Хисамов Р.Р., Кулагин А.А.

БИОЛОГИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН: НЕДРЕВЕСНЫЕ РЕСУРСЫ ЛЕСА

Уфа 2014

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное бюджетное государственное образовательное учреждение
Высшего профессионального образования
Башкирский государственный педагогический
университет им. М. Акмуллы
Научно-образовательный экологический центр
Институт биологии
Уфимского научного центра
Российской академии наук

Р.Р. Хисамов, А.А. Кулагин

БИОЛОГИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН: НЕДРЕВЕСНЫЕ РЕСУРСЫ ЛЕСА

Уфа 2014

УДК 72.44
ББК 452
Х21

Хисамов Р.Р., Кулагин А.А.

Биологические ресурсы республики башкортостан: недревесные ресурсы леса. монография [Текст]. – Уфа: Изд-во БГПУ, 2014. – 292с.

Настоящая монография посвящена описанию результатов многолетних полевых исследований авторов. Авторы отмечают, что оценка запасов недревесных биологических ресурсов леса, является основой для организации комплексного рационального лесопользования в регионе. При этом указывается на довольно высокий ресурсный потенциал лесных экосистем Республики Башкортостан. Исследования могут стать основой для организации региональной системы природопользования, а также будут полезны для студентов ВУЗов и ССУЗов биологического и лесохозяйственного профилей.

Рецензенты:

***Ю.А. Янбаев**, доктор биологических наук, профессор;*

***Г.А. Зайцев**, доктор биологических наук, профессор*

ISBN 978-5-87978-857-0

© Издательство БГПУ, 2014

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ **5**

ГЛАВА 1. ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН **9**

ГЛАВА 2. КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЛЕСНОГО ФОНДА БАШКОРТОСТАНА **25**

ГЛАВА 3. ПОТЕНЦИАЛ НЕДРЕВЕСНЫХ РЕСУРСОВ ЛЕСОВ БАШКОРТОСТАНА **36**

3.1. Пищевые ресурсы лесов Южного Урала 55

3.2. Дикорастущие плодово-ягодные растения Южного Урала 56

3.3. Дикорастущие овощные и витаминоносные растения 88

3.4. Дикорастущие растения, используемые в качестве приправ и для ароматизации пищи 99

3.5. Дикорастущие напиточные растения 104

3.6. Дикорастущие крахмалоносные растения 106

3.7. Грибы 107

ГЛАВА 4. ОБЪЕКТЫ И МЕТОДОЛОГИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ НЕДРЕВЕСНЫХ ЛЕСНЫХ РЕСУРСОВ **114**

4.1. Методы изучения лекарственных растений 117

4.2. Методы изучения дикорастущих плодово-ягодных растений 120

4.3. Методы изучения кормовых растений 121

4.4. Методы изучения пищевых растений 122

4.5. Методы изучения жирномасличных, эфирномасличных, дубильных и красильных растений 124

4.6. Картирование запасов полезных растений 126

ГЛАВА 5. РЕСУРСЫ ДИКОРАСТУЩИХ ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ **128**

5.1 Лекарственные растения лесов Южного Урала 128

5.2. Сбор и охрана лекарственных растений 155

ГЛАВА 6. ДИКОРАСТУЩИЕ МЕДОНОСНЫЕ РАСТЕНИЯ ЮЖНОГО УРАЛА..162

6.1. Состояние кормовой базы лесного пчеловодства Башкортостана..... 162

6.2. Весенние дикорастущие медоносы и перганосы 172

6.3. Летние основные дикорастущие медоносы и перганосы..... 182

6.4. Позднелетние и осенние поддерживающие дикорастущие медоносы..... 193

6.5. Эффективность использования лесных медоносных угодий 196

ГЛАВА 7. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕДРЕВЕСНЫХ ЛЕСНЫХ ПРОДУКТОВ В ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ 206

ГЛАВА 8. КОРМОВЫЕ РЕСУРСЫ ЛЕСА.....217

ГЛАВА 9. ЗООГЕННЫЕ РЕСУРСЫ ЛЕСОВ БАШКОРТОСТАНА.....233

ГЛАВА 10. СТРАТЕГИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НЕДРЕВЕСНЫХ РЕСУРСОВ ЛЕСА В РЕСПУБЛИКЕ БАШКОРТОСТАН.....248

ЛИТЕРАТУРА.....266

ВВЕДЕНИЕ

Лес является составной частью биосферы, которая играет большую роль в жизни человека [Лесная энциклопедия, 1985]. Поэтому сохранение и рациональное использование леса с целью улучшения его как важнейшего экологического фактора внешней среды является актуальной проблемой, стоящей перед человечеством. В последние десятилетия наблюдаются значительные вырубки лесов, что негативно отражается на экологическом состоянии всей планеты. В связи с этим на первый план выдвигаются такие функции леса как, климатообразующая, водоохранная, почвозащитная, рекреационная и ряд других. Значимость всех этих проблем подкрепляется Киотским протоколом, подписанным в 1997 г., ратифицированным 141 государством мира, а в конце 2004 г. и Российской Федерацией. Необходимость разработки и создания «Киотского протокола» обусловлено тем, что парниковый эффект на планете усиливается эмиссией газов группой наиболее развитых стран мира, среди которых США (35%) и Россия (17,4%). При этом следует учитывать, что экологический вклад российских лесов в восстановлении атмосферы составлет более 5,4 млрд. т «избыточного» кислорода, вырабатываемого вместо двуокиси углерода и других вредных веществ [Грешневиков, Протасов, 2005], что составляет около 22% от общемирового производства кислорода лесами [Жученко, 2009].

В Российской Федерации, как и во многих странах мира, заметно усиливаются тенденции перехода на принципы устойчивого управления лесным хозяйством, при которых достигается экономически жизнеспособное, экологически ответственное и социально выгодное лесопользование. Одним из приоритетных направлений этого процесса, является комплексный подход к неистощительному использованию разнообразных лесных ресурсов, в том числе недревесных ресурсов леса, используемых для снижения остроты дефицита продуктов питания на планете. В связи с этим во многих регионах планеты традиционная заготовка древесины отодвигается на второй план, а

на передний план выходит побочное пользование или, как его называют, пользование недревесной продукцией леса, что особенно актуально в густонаселенных районах [Хисамов, Кулагин, 2008].

Освоение этих ресурсов входит в сферу производственной деятельности целого ряда разнопрофильных промыслово-заготовительных и перерабатывающих предприятий, частных предпринимателей, а также является объектом пристального внимания научных учреждений, общественных, профессиональных и экологических организаций. Однако неорганизованная, стихийная и, нередко, хищническая эксплуатация леса часто приводит к чрезмерному истощению запасов вплоть до полного исчезновения ценных растений и животных из биогеоценоза. Все это вызывает необходимость перевода пользования недревесной продукции леса на научную основу. Лес - не неисчерпаемая кладовая, из которой можно только брать ресурсы: он требует разработки и внедрения научно-обоснованных мероприятий по рациональному использованию, воспроизводству и увеличению имеющихся ресурсов [Острошенко, 2001].

Лес, кроме древесины, хранит и другие богатства. Прежде всего, это - плоды, ягоды, грибы. Следует отметить, что в настоящее время более 40% лекарств изготавливается из растительного сырья, в т. ч. произрастающего в лесу. Большое количество лесных растений-медоносов создает надежную кормовую базу для пчеловодства. Эта кладовая природы дает ценный березовый сок и живицу, дичь и пушнину, а комплексное использование лесосырьевых ресурсов, включая переработку таких отходов, как пни, корни, кора, тонкомерное и низкосортное древесное сырье, получаемое из кроны и при рубках ухода, техническая зелень, дают десятки ценнейших продуктов. В лесных угодьях имеется и множество сенокосных участков, играющих важную роль в обеспечении скота грубыми кормами. Немаловажное значение в комплексном использовании лесов имеет охотничье хозяйство, которое является источником ценнейших продуктов – пушнины и мяса диких животных [Зайнуллин, Ихсанов, Хисамов, 2004].

Использование недревесных ресурсов на Южном Урале России, в т.ч. в Республике Башкортостан имеет давнюю историю. При плановой системе ведения хозяйства, заготавливались десятки видов дикорастущих растений и видов побочной продукции, которые использовались в пищевой, парфюмерной, химической промышленности и в медицине. Некоторые из них, например, башкирский мед, поставлялись и поставляются на экспорт [Зарипов, Гусманов, 1999].

Реформа экономической системы страны нарушила сложившиеся хозяйственные связи. Оказавшись неподготовленными к рыночной экономике, многие предприятия лесного хозяйства региона значительно сократили объемы заготовок недревесных лесных ресурсов или вообще перестали заниматься этим видом деятельности. Крайне слабая организация управления использованием лесных недревесных ресурсов приводит к браконьерству, хищническому и неоправданному их истреблению, неэффективному и нерациональному использованию [Захаренков, 2003].

Таким образом, основной целью при организации побочного лесопользования на современном этапе является разработка принципов и подходов комплексного использования недревесных лесных ресурсов и их воспроизводства в пределах Республики Башкортостан.

Для достижения поставленной цели необходимо решить ряд последовательных задач:

1. Систематизация и инвентаризация биологического разнообразия недревесных ресурсов леса в РБ, определение предельных объемов заготовок пищевого, медоносного и лекарственного сырья без ущерба для воспроизводства потенциала и состава популяций живых организмов, оптимизация технологии переработки ряда недревесных ресурсов.

2. Анализ и обоснование районирования природных провинций лесов на территории Республики Башкортостан с позиции использования недревесных ресурсов леса.

3. Разработка и обоснование методологии и методики оценки продуктивности недревесных ресурсов леса.

4. Обоснование технологии рационального использования продуктивности недревесных ресурсов леса, охраны и восстановления промышленных их запасов в пределах их укрупненных группировок с использованием резерватов заповедников и рекреационных лесов.

5. Разработка стратегии, концепции и определение оптимальных моделей природопользования недревесными лесными ресурсами на территории РБ.

Материал, используемый при подготовке настоящего издания, собирался и анализировался авторами в период с 1994 по 2013 гг. на базе Института биологии УНЦ РАН, Башкирского государственного аграрного университета и Научно-образовательного экологического центра БГПУ им. М. Акмуллы. Деятельность осуществлялась в рамках выполнения проектов РФФИ №№ 02-04-97909, 05-04-97906, 08-04-97017-р, 11-04-97025-р, гранта Комиссии Президиума РАН по работе с молодежью в рамках ПЦР «Поддержка молодых ученых. Базовые кафедры» - Научно-образовательный центр лаборатории лесоведения Института Биологии УНЦ РАН совместно с Башкирским госуниверситетом, Башкирским госпедуниверситетом, Башкирским госагроуниверситетом и Уфимской государственной академией экономики и сервиса (2003-2013 гг), гранта Программы ОБН РАН «Биологические ресурсы России: динамика в условиях глобальных климатических и антропогенных воздействий» (2012-2014 гг.), а также хоздоговора №1768 от 15.10.2004 г. с ОАО «Магнитогорский ГИПРОМЕЗ».

Авторы выражают благодарность за помощь при подготовке настоящего издания д.б.н., проф. Кулагину А.Ю., д.б.н., проф. Кучерову Е.В., д.х.н., проф. Зайнуллину Р.А., д.б.н., проф. Туктарову В.Р., к.б.н. Гилязетдинову Ш.Я., а также коллегам из ИБ УНЦ РАН, БГАУ и БГПУ им. М. Акмуллы за помощь, содействие, поддержку и ценные консультации.

ГЛАВА 1. ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН

Природные ресурсы служат одним из ведущих факторов, предопределяющих использование недревесных ресурсов леса территорий. Несмотря на то, что «влияние природных факторов на производственную деятельность осуществляется опосредованным путем через определенную технику» [Минц, 1983], характер природных условий оказывает решающее влияние на формирование и развитие побочного пользования в лесу, поскольку естественные ресурсы играют огромную роль в организации этого вида пользования. Население при использовании недревесных ресурсов леса учитывает особенности ландшафта и климата, богатство и разнообразие растительного и животного мира, естественные возможности для осуществления таких пользований как, охота, рыбная ловля, сбор грибов, ягод и лекарственных трав. От того, каким набором природных ресурсов обладает территория, зависит вид пользования недревесными ресурсами.

Выявление природных предпосылок формирования недревесных ресурсов, определения его потенциала, требует изучения физико-географических характеристик региона. При этом определяющим условием оптимального пользования природными ресурсами является выявление взаимодействия экологических факторов и их влияния на окружающую среду. От изучения экологических факторов, раскрывающих основные закономерности их действия, зависит эффективность научных рекомендаций по рациональному природопользованию, в т. ч. и побочному пользованию лесами. Следовательно, в основе организации сбора и использования недревесной продукции леса лежит познание законов природы, в первую очередь, учет исторически сложившейся зональности природных условий, на что указывали выдающиеся почвоведы, географы и лесоводы. Практика убедительно подтвердила, что зональный подход,

характеризующийся всесторонним учетом природно-экономических условий, эффективен в рациональном использовании потенциальных возможностей лесных насаждений, почвенного покрова, травянистых ассоциаций и водных ресурсов. Поддержание продуктивности и ценности природных ресурсов, их рациональное использование и расширенное воспроизводство, сохранение природных условий и ресурсов, необходимых для обеспечения народного хозяйства сырьем и энергией, отдыха и здоровья людей, а также сохранения типичных и уникальных природных комплексов, ценных объектов живой и неживой природы возможно лишь при разработке научных программ и прогнозов возможных последствий проектируемой хозяйственной деятельности на экологической основе [Хайретдинов, 1990].

Для развития и в последующем эффективного использования природных ресурсов, в т.ч. и недревесных важную роль играет географическое положение региона, т. е. близость к воде, к горным и лесным массивам, развитая транспортная сеть, позволяющая увеличить доступность к основным массивам используемого сырья. Расположенный на стыке Европы и Азии, Южный Урал имеет явные преимущества по сравнению с другими регионами, отличаясь наличием разнообразной продукции побочного пользования.

В Южный Урал входят обширные территории Урала, расположенные от реки Уфы в районе г. Нижнего Уфалея до реки Урал. В данной работе Южный Урал рассматривается в пределах Республики Башкортостан.

Республика Башкортостан расположена на Южном Урале, на границе Европы и Азии, между 51 °31 и 56°25' северной широты и 53°10' и 60°00' восточной долготы, занимая площадь 143,6 тыс. км^2 [Хисматов, 1987]. Ее протяженность с севера на юг составляет 550 километров, с запада на восток - 450 километров.

Башкирская АССР была образована 23 марта 1919 г. из некоторых волостей Оренбургского, Орского, Верхнеуральского, Троицкого,

Челябинского, Шадринского, Екатеринбургского, Красноуфимского, Златоустовского, Уфимского и Стерлитамакского уездов. В 1920 г. были присоединены еще 16 волостей Стерлитамакского уезда (включая г. Стерлитамак). К 1923 г. очертания республики примерно походили на нынешние. В 1930 г. в результате реорганизации было образовано 48 районов. С 1993 г. - Республика Башкортостан включает 54 административных района с общим населением более 4 млн. человек. Распределение населения по территории неравномерное: наибольшая плотность (свыше 25 чел./км^2) отмечена в западных, наименьшая (2 чел./км^2) - в горных районах республики [Башкортостан: Краткая энциклопедия., 1996].

Южный Урал обуславливает характерные черты геологии, климата, растительности и почвенного покрова, гидрологии, составляющие основу недревесных ресурсов. По зональной схеме европейской части России Башкортостан находится в переходной части от таежной лесной к лесостепной и степной зоне. При значительном меридиональном протяжении республика характеризуется весьма неоднородными природными условиями. В пределах этой обширной территории хорошо выражены горизонтальная (таежно-лесная, лесостепная и степная) и вертикальная (альпийская, горно-лесная и степная) физико-географические зональности. По естественно-историческим условиям эта обширная территория распадается на три неодинаковые и резко отличные провинции - Предуралье, Южный Урал и Зауралье (рис.1.1). На долю Предуралья, относящегося к Русской платформе, приходится более половины - 65,5%, Южного Урала с предгорьями, располагающегося в Уральской геосинклинали - около 28% и Зауралья, примыкающего к Сибирской платформе - 6,5% общей территории. Южные отроги Уральских гор занимают более 1/4 территории республики, около 2/3 приходится на Предуралье (юго-восточная окраина Восточно-Европейской равнины), и менее 1/10 - на Зауралье [Хисматов, 1979]. Перепад высот от 58,7 м н.у.м. в устье р. Белой до 1640 м н.у.м. - г. Ямантау. Высотная дифференциация

следующая: доля территории с абсолютными отметками до 500 м н.у.м. составляет 81,1%; от 500 до 1000 м - 18,6%; выше 1000 м - 0,3% от площади всей республики.

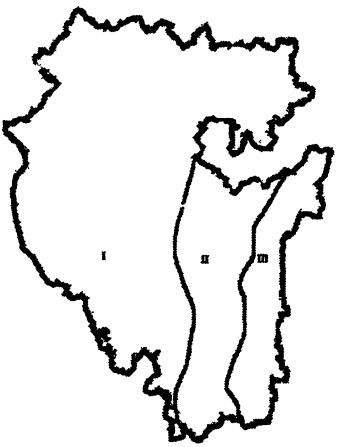


Рис. 1.1. Расположение провинций на территории Республики Башкортостан. I - Предуралье, II - Южный Урал, III - Зауралье.

К характерной особенности последних двух природных провинций Башкирии Х.Я.Тахаев [Тахаев, 1959] относит их сложное геологическое строение, обусловленное неоднократно повторяющимися процессами внедрения магмы и горообразования, в связи с чем, в пределах Южного Урала и Зауралья залегают толщи разнообразных пород, богатых полезными ископаемыми.

По климатическим и ландшафтным различиям в пределах этих провинций выделяются три самостоятельные природные зоны: лесостепная, степная и горно-лесная. Первые две зоны подразделяются на подзоны; а в их пределах – на агропочвенные районы. Горно-лесная зона подзонального

деления не имеет и разделяется на агропочвенные районы непосредственно [Тайчинов, Бульчук, 1975] (рис 1.2).

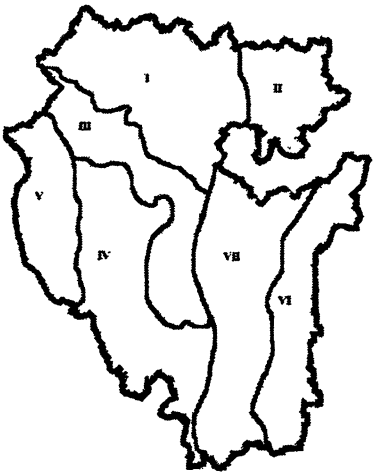


Рис. 1.2. Расположение природных сельскохозяйственных зон Республики Башкортостан. I - Северная лесостепная; II - Северо-восточная лесостепная; III - Южная лесостепная; IV - Предуральская степная; V - Бслебеевская возвышенность; VI - Зауралье; VII - Горно-лесная.

Контрасты физико-географических условий основных природных провинций наблюдаются в резком различии рельефа, климата и микроклимата, типе почвенного и растительного покрова, в видовом составе животного мира. Горы Южного Урала - целая система меридиональных хребтов, разделенных широкими межгорными понижениями, шириной до 150 км. Водораздельным является хребет Уралтау [Балков, 1978]. Склоны хребтов ступенчатые, с каменными россыпями [Атлас Республики Башкортостан, 2007]. Горный Южный Урал

представляет собой сложно построенное герцинское сооружение, глубоко размытое в последующие этапы геологической истории и обновленное новейшими (неоген-четвертичными) движениями земной коры [Фаткуллин, 1994]. Хребты Южного Урала, так же как и сам горный массив, располагаются меридионально, параллельно друг другу, совпадая с простиранием структур складчатого фундамента. Исключением из общего правила являются хребты Уйташ, Каратау, которые протягиваются почти широтно. Практически все хребты Южного Урала расположены в пределах Башкирии, лишь небольшой «аппендикс» Челябинской области вклинивается в гористую часть.

Барьерный эффект гор [Максютов, 1974] сказывается на осадках, облесенности, формировании ландшафтов. Вблизи горных массивов наблюдается резкое смещение изотерм. Вытянутые с севера на юг хребты Урала создают резкое различие в климатических условиях на западных и восточных склонах. В среднем на каждые 100 м поднятия в горы температура понижается на $0,5^0$С. Уменьшение показателя радиационного баланса в горах составляет в среднем около 1,5 ккал/см в год на каждые 100 м высоты [Ефимова, Зубенок, 1966].

Наличие гор, наряду с другими факторами, на широтах 52^0-55^0, на долготах 56^0-59^0 привело к формированию горно-лесных, горно-лесостепных и горно-степных почв (доминируют подзолистые, серые лесные, грубо-скелетные почвы). Почвенный покров республики очень разнообразен и включает в себя более 60 наименований [Хазиев и др., 1995]. Большое разнообразие почв республики объясняется тем, что здесь очень расчлененный рельеф, большое разнообразие форм рельефа, климата и различная сельскохозяйственная освоенность. Хорошо выражена высотная дифференциация типов и подтипов почв. По возвышенностям и хребтам «северные» растительные группировки и свойственные им почвы проникают далеко на юг, где они мозаично сочетаются с более южными растительными группировками и почвенными образованиями. В западном (равнинном)

Башкортостане представлены крупные почвенные группы: подзолистая, серая и черноземная. Для горной, горно-лесной зоны характерны скелетные, дерново-лесные и дерново-подзолистые почвы. На вершинах хребтов - горно-луговые, типичные и торфяные почвы. В Зауралье - маломощные обыкновенные и южные черноземы. По механическому составу (соотношению физической глины и физического песка) выделяют следующие основные разновидности почв: песчаная, супесчаная, суглинистая, глинистая, доля физической глины (<0,01 мм) возрастает от 0 до 85%, а доля физического песка (>0,01 мм) соответственно падает [Кауричев, и др., 1989]. Весной глинистые почвы холоднее песчаных, а осенью - наоборот [Шульгин, 1967].

Башкирское Предуралье представляет собой предгорную равнину, которая с приближением к Уральским горам постепенно переходит в увалисто-холмистую местность. По самой восточной окраине провинции наблюдаются сравнительно невысокие гряды гор. Абсолютные отметки достигают 550 м. Предуралье занимает всю западную часть республики и подразделяется на три подобласти: платформенную (степную и лесостепную), предгорную или бельскую депрессию, которая вытянулась вдоль западного склона Урала по реке Белой, и Уфимское плато, расположенное в бассейне реки Уфы и ее притоков Юрюзани и Ая. Уфимское плато представляет сильно изрезанное глубокими оврагами и долинами рек Уфы, Ая и Юрюзани невысокое плоскогорье, в основании которого залегает древнейший жесткий кристаллический массив. По мнению академика А. П. Карпинского (1881) [Карпинский, 1881], плато образовалось еще до возникновения Уральских гор, которые широкой дугой обходили Уфимское плато с востока именно благодаря его жесткому основанию.

Как на северо-востоке, так и на юге плато как бы смято горнообразовательными процессами, поэтому переход к складчатым районам Южного Урала имеет террасовидный характер, на западе же плато

переходит в умеренно-холмистую местность. Бельская депрессия в своей правобережной части имеет общий уклон с востока на запад к рекам Белой и Каме. Для ее южной части характерны меридиональные мелкие хребты и возвышающиеся над речными долинами горы-одиночки. На всей депрессии пермские отложения перекрыты юрскими, меловыми и третичными образованиями, в долинах рек они сменяются мощными аллювиальными скоплениями четвертичного периода. Южный Урал в большей части своей имеет вид горного кряжа - удлиненной возвышенности без резко очерченного гребня [Хазиев и др., 1995].

В морфологическом отношении он состоит из меридионально вытянутых хребтов, разделенных местами широкими и глубокими речными долинами. Наибольшие абсолютные отметки наблюдаются на «Башкирском тектоническом поднятии» (гора Большой Ямантау – 1640 м, Иремель – 1584 м). Отсюда во все стороны идет понижение. Главным водоразделом между бассейнами рек Белой и Урала является относительно пологий хребет Уралтау с его непосредственными ответвлениями, а также межхребтовыми долинами, находящимися восточнее Башкирского поднятия и имеющими сглаженный рельеф с абсолютными отметками 900 – 1000 м, сложенный метаморфическими и частично вулканическими породами. Центральная высокогорная часть Южного Урала представлена низко выраженными хребтами, сложенными допалеозойскими и палеозойскими кварцитами, сланцами, доломитами и мергелями. Высота отдельных хребтов и гор достигает 1200-1580 м. Северный, Центральный и Южный хребта Крака, находящиеся в левобережье реки Белой, сложены магматическими породами - основными и ультраосновными.

В западной полосе Южного Урала, кроме системы меридионально вытянутых хребтов, резко выделяется Уфимский горный амфитеатр, расчлененный речными долинами. Здесь развиты палеозойские

известняки, доломиты, мергеля, сланцы, песчаники и конгломераты [Хазиев и др., 1995].

Восточное крыло Башкирского антиклинория отделяется от центральной части складчатого Урала Бельско-Зилаирским синклинорием, который в структурном отношении является значительно погруженной зоной. Он сложен в основном известняками силурийского и девонского возрастов, песчаниками и глинистыми сланцами. Абсолютные отметки Зилаирского плато не превышают 400-700 м н.у.м. Зауралье характеризуется холмисто-увалистым рельефом, среди которого выделяется хребет Крыкты-Ирендык, протянувшийся почти в меридиональном направлении. Как и в горной части, общее понижение здесь идет с севера на юг [Фаткуллин, 1994].

В геологическом строении Зауралья принимают участие древние извержения и глубинные кристаллические горные породы, представленные гранитами, гнейсами, порфирами, диабазами. Кроме того, встречаются и осадочные породы – известняки и доломиты.

Общая тектоническая структура Зауралья характеризуется крупной антиклинальной складкой. Примыкающие к хребтам Ирендык и Крыкты пространства отличаются сложным строением, отличительной чертой которого является сильная изменчивость горных пород, обезлесенность мелкосопочников.

Таким образом, как в геологическом отношении, так и в геоморфологическом строении, выделенные провинции имеют свои, только им присущие особенности, которые обуславливают разнообразие климата, пестроту напочвенного покрова, растительности и почв, а в совокупности – многообразие и различную значимость недревесных ресурсов леса.

Климат Башкирии умеренно-теплый, среднеконтинентальный со значительными различиями между Предуральем, горным Уралом и Зауральем. Ему присущи черты как степных засушливых районов, с годовым количеством осадков 280-350 мм и среднегодовой темпе-

ратурой около 3°С, так и увлажненных горно-лесных районов с годовым количеством осадков свыше 690 мм и среднегодовой температурой, не превышающей 1°С. Резко выделяются холодный и теплый периоды года; осень и весна относительно скоротечны. Ярким показателем континентальности служит средняя и абсолютная амплитуда температуры воздуха, которая на Южном Урале достигает 86-88 градусов. По степени континентальности Башкортостан занимает одно из первых мест в Европейской части России. Воздушные массы Атлантики оказывают значительное влияние на климат республики, особенно в теплое время года; зимой возрастает значение азиатского антициклона. Суммарный объем осадков на территории РБ составляет в среднем в год 90,5 км^2, причем 72% идет на испарение. К особенностям климата следует отнести изменчивость и непостоянство погоды в разные годы из-за резких отклонений от средних норм температуры и влажности воздуха, атмосферных осадков и давления, ветров и облачности, продолжительности солнечного сияния, что накладывает определенный отпечаток на организацию побочного пользования в лесу [Кузнецов и др., 1976].

Разновысокий характер устройства поверхности провинций предопределяют местные различия климата. Вытянутые меридионально горные хребты Урала, выполняя барьерную роль, создают резко выраженную разницу в климатических условиях.

Среднегодовая температура воздуха колеблется от 0,7 (Белорецк) до 2,8°С (Раевский), причем для него характерна неустойчивость как по природным зонам, так и в разрезе лет. Нередки возвраты холодов весной и ранние осенние заморозки. Расчлененность рельефа способствует проявлению температурных инверсий. Наиболее пониженным температурным режимом характеризуется северо-восточная и Зауральская лесостепь и горно-лесная зона, где сумма активных температур

составляет не более 1600-1700°С, в то время как в некоторых лесостепных районах она доходит до 2300°С и более.

Наряду с температурным режимом большое значение для развития недревесных ресурсов леса имеют атмосферные осадки. От количества осадков и распределения их по территории и во времени в значительной мере зависит развитие растительности. Так, даже незначительное отклонение осадков в сторону уменьшения сильно отражается на состоянии степной ксерофитной растительности, быстро выгорающей на склонах восточной и южной экспозиций в западных и юго-западных районах. Продолжительные дожди, например, в период цветения липы смывают нектар, или сухая и жаркая погода способствует загущению нектара и пчелы лишаются возможности собрать его.

Годовая сумма атмосферных осадков на Южном Урале колеблется от 270 (Акъяр) до 698 мм (Зигазинский). Наблюдается увеличение осадков с запада и юго-запада на северо-восток, что связано с их перехватом наветренными западными склонами гор. Распределение атмосферных осадков в течение года следует считать благоприятным, так как в период активной вегетации растений они выпадают в наибольшем количестве (до 55% годовой суммы) [Кузнецов, 1976].

Достаточно суровая и длительная зима приводит к глубокому промерзанию почвы, особенно интенсивному в Зауралье (до 135 см) ввиду низких температур воздуха и небольшой высоты снежного покрова. Средняя максимальная глубина промерзания почвы за зиму на Южном Урале составляет 50-95 см. Установление устойчивого снежного покрова происходит в первой половине ноября. Оттаивание почвы до глубины 10 см в зависимости от характера весны и состава почвы происходит через 1-6 дней после схода устойчивого снежного покрова - для Предуралья это конец апреля - середина мая (в отличие от Предуралья оттаивание почвы в Зауралье запаздывает на 4-5 дней , в горах - на 7-10 дней). Отметим неравномерность

залегания снежного покрова в степных и лесостепных районах [Фаткуллин, 1996].

Использование потенциала недревесных ресурсов леса местности тесно связано не только с последствиями атмосферных осадков, но и с относительной влажностью воздуха и скоростью ветра, так как их различные комбинации в сочетании с температурой воздуха создают хорошие условия для развития и плодоношения полезных видов растений. Наибольшую насыщенность воздуха влагой зимой и меньшую относительную влажность его в мае-июне можно рассматривать как благоприятствующие факторы способствующие росту и развитию компонентов недревесной продукции леса во всех природных зонах. Направление и скорость ветра также являются сравнительно благоприятными для жизни и развития видов недревесных ресурсов величинами. Средняя годовая скорость ветра 3,8 м/сек, среднее число дней с сильным ветром колеблется от 17 до 20 дней в году. Летом характерны ветры северных направлений, что значительно смягчает зной. На территории Южного Урала преобладают ветры (%) южного (24), юго-западного (22) и западного (10) направлений, увлажняющие воздушные массы (рис. 1.3).

Суховейные ветры и пыльные бури сравнительно редки. Атмосферное давление в течение летних месяцев значительно ниже, чем в зимнее время, когда территория Южного Урала находится под преимущественным влиянием азиатского барометрического максимума и пересекается изобарами 770 – 766 мм. В соответствии с ними и условиями инсоляции зимнее время уступает по ассортименту пользований лесом весенне-летнему периоду.

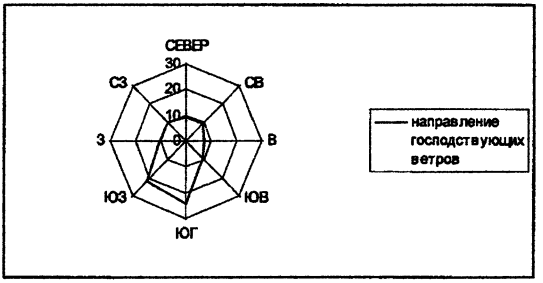


Рис. 1.3. Направление ветра в различные сезоны года в Республике Башкортостан.

В благоприятных условиях находится Южный Урал в отношении солнечного света и облачности, особенно в весенне-летние месяцы. Значение освещения настолько велико, что оно является одним из главных среди климатических рекреационных ресурсов. Солнечная радиация оказывает глубокое и разностороннее влияние на человека, и ее широко применяют как лечебный и оздоровительный фактор. Среднемесячные и годовые величины солнечного освещения находятся в тесной зависимости от среднегодовой температуры. Как правило, чем больше величина солнечного освещения, тем выше и среднегодовая температура. Продолжительность солнечного сияния довольно велика: в Уфе - 1941 час, в Стерлитамаке - 2023 часа в среднем за год (для сравнения: в Москве - 1560 часов, в Сочи - 2202 часа). Число пасмурных дней в году колеблется от 160 на западе до 110 на востоке. Наибольшими показателями длительности солнечного сияния характеризуется Белебеевская возвышенность - 2077 часов в год. Такого количества солнечного сияния не имеет даже всемирно известный курорт Кисловодск (2007 час/год), так что по этому показателю центральные и юго-западные районы Южного Урала успешно состязаются с югом страны, уступая лишь Крыму и Кавказскому побережью Черного моря.

На основе метеорологических данных и возникновения климатических реакций климатологи различают три климатических типа погоды: оптимальный, раздражающий и острый. Первые два относятся к лечебным, клинически благоприятно действующим на организм человека. С этой точки зрения действие климата Южного Урала и особенно его лесостепной зоны ценится высоко. Плавный ход атмосферного давления, значительно выраженные суточные колебания температуры, сухой воздух, большое количество солнечных дней сами по себе являются лучшими предпосылками для рекреации. Сочетание благоприятных климатических условий с бальнеологическими ресурсами (минерализованные водные источники, запасы целебных грязей) с живительной природой позволяет широко развивать рекреационную деятельность, но все же главным в ней является растительный покров [Хайретдинов, 1986].

Значительное распространение имеют на Южном Урале болота. Только в государственном лесном фонде они занимают около 9 тыс. га, в том числе в лесах I группы 4,5 тыс. га. Наиболее крупные из них находятся по левому берегу Камы, особенно заболочено устье реки Белой, а также долины рек Танып и Уфа. Развиты болотистые пространства и в восточной горно-лесной части республики, в верховьях рек Белой, Юрюзани и других, а также у подножья горных узлов Иремель и Ямантау. На болотистых местах произрастают местами сфагновые мхи и ряд северных бореальных растений, далеко заходящих на юг, в том числе схейус ржавый, очеретник белый, осоки головчатая, мечелистная, малоцветковая, ива лапландская, береза приземистая, росянки круглолистная и английская, камнеломки болотная и сибирская, копеечник альпийский, морошка, костяника хмелелистная, полуника и другие.

Потенциал недревесных ресурсов болот невысок, однако инженерная подготовка, лесохозяйственное освоение значительно увеличивают их значимость.

Интерес к болотам как к одному из объектов хозяйственной деятельности проявляется более полутора веков. Пионерами в освоении болот были западноевропейские страны с большой плотностью населения и ограниченными земельными ресурсами. В нашей стране первые шаги по вовлечению болот в сферу хозяйственной деятельности сделаны в начале XX века, а на Южном Урале - только в начале 60-х годов прошлого столетия.

Первоначально болота использовались для сельскохозяйственных нужд и добычи торфа, а затем в целях выращивания на них леса. При этом за рубежом лесохозяйственное освоение болот ориентировалось на искусственное лесоразведение. В нашей стране в результате ряда опытов, проведенных экспедицией И. И. Жилинского [Жилинский, 1908], часть осушенных болотных территорий стало возможным облесить естественным путем, а комплексные работы по искусственному облесению осушенных болотных земель были начаты более пятидесяти лет назад в Сиверском лесхозе Ленинградской области. Объектами освоения вначале были богатые переходные болота мощностью торфа около 0,5 м, в настоящее время в хозяйственный оборот включаются и верховые болота с мощным слоем песка и слаборазложившегося торфа, т. е. с низкими показателями плодородия и требующие применения минеральных удобрений [Вомперский, 1968; Ефремов, 1972].

Велико значение горных пород, т. к. они большей частью являются местообитанием редких местных эндемичных растений. В горно-лесной зоне Башкортостана это пырей отогнутоостый, качимы уральский и Патрина, гвоздика иглолистная, радиола иремельская, дриада восьмилепестная; в стенной зоне - пыреи инееватый, плевеловидный, сибирский, пустынный, смолевка башкирская, песчанка Корина, клаусия солнцелюбивая, шиверекия горная, остролодочники Ипполита и сближенный, лен уральский, флокс сибирский, чебрецы мугоджарский, башкирский, льнянка уральская, глобулярия Вилькома, патриния

сибирская, скабиоза исетская, пиретрум уральский, полыни солянковидная и Лерха.

Для растений большую роль играют температура и влажность поверхности почвы и приземных слоев воздуха, которые в том числе в значительной степени зависят от особенностей микрорельефа. По правилу А.И. Воейкова [Воейков, 1963] дневное нагревание и ночное охлаждение оказываются наибольшими на вогнутых формах рельефа (долины) и наименьшими на выпуклых формах (возвышенности), что связано с различной интенсивностью перемешивания воздуха [Булатова, Перетягина, 1975]. На температуру приземного слоя воздуха значительно влияет также угол падения (наклона) склона и его экспозиция: с увеличением угла падения на южных и восточных склонах температура возрастает, а на северных и западных - понижается. Разность температур почвы южных и северных склонов значительно больше таковой восточных и западных и увеличивается с возрастанием угла падения. При этом западные склоны при небольшом угле падения (до 15^0) обычно теплее восточных, при большем (около 30^0) - наоборот. Различия в температуре зависят не только от количества солнечной радиации, но и от испарения, которое интенсивнее на влажной почве северного склона [Сапожникова, 1950]. В ясную жаркую погоду разность температур между склонами различной экспозиции больше, чем в пасмурную дождливую погоду. Наибольшие колебания температуры почвы отмечаются на южных склонах, и по мере приближения к северному они уменьшаются [Шульгин, 1967]. Западные и восточные склоны получают примерно одинаковое количество тепла, но первые обычно теплее, так как они освещены во вторую половину дня, когда большая часть тепла идет не на испарение, а на нагревание.

Таким образом, территория Башкортостана отличается большой разнородностью геологического строения, климатических условий, характера распределения почв и растительного покрова.

ГЛАВА 2. КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЛЕСНОГО ФОНДА БАШКОРТОСТАНА

Леса Башкортостана, являются национальным достоянием республики и их необходимо рассматривать не только как традиционный источник промышленного сырья, относящийся к воспроизводимым природным ресурсам, но и как мощный фактор стабилизации окружающей среды. Обеспечение системы неистощительного и рационального лесопользования, сохранение средостабилизирующих функций лесов возможно на основе фундаментальных представлений о их природе, ресурсном и возобновительном потенциале, закономерностях взаимодействия и функционирования различных компонентов лесных экосистем.

Следствием горизонтальной зональности и вертикальной поясности является породный состав лесов региона, который представлен темнохвойными, светлохвойными, широколиственными, мелколиственными и смешанными лесами. В лесах Южного Урала произрастают более 20 лесообразующих пород. Основными лесообразователями в темнохвойных лесах являются ель сибирская (*Picea obovata* L.), пихта сибирская (*Abies sibirica* L.), в светлохвойных - сосна обыкновенная (*Pinus silvestris* L.) и лиственница Сукачева (*Lárix sukaczewii* Dyl.), в широколиственных - дуб черешчатый (*Quercus robur* L.) со спутниками и липа сердцелистная (*Tilia cordata* Mill.), в мелколиственных - береза повислая (*Betula pendula* Roth) и тополь дрожащий (*Populus tremula* L.) (рис. 2.1) [Хайретдинов, Хисамов, Янбаев, 1990]. Основные лесообразующие породы РБ – сосна обыкновенная, ель сибирская, пихта сибирская, лиственница Сукачева, дуб черешчатый, береза повислая, липа сердцелистная, осина, ясень белый, клен остролистный, ильмовые, ольха серая и черная, тополь занимают более 99,7% земель, покрытых лесной растительностью, прочие древесные породы (черемуха обыкновенная) и кустарники (ивы) – остальную площадь.

Доля отдельных древесных пород в лесообразовании колеблется в зависимости от природно-климатических условий, от площадей рубок главного пользования и лесовосстановления.

Основные лесообразующие породы сгруппированы в хозяйства: хвойное - 23%, твердолиственное - 10% и мягколиственное - 67%. Сосновые леса в прошлом занимали обширные площади во всех природно-климатических зонах региона. Увеличение площади сосновых лесов связано, главным образом, с созданием лесных культур. Наибольший удельный вес в хвойном хозяйстве занимают сосновые насаждения (69,1% от хвойного хозяйства), произрастающие в горно-лесной зоне республики. Еловые древостои занимают 23,2%, пихтовые – 3,8%, лиственничные – 3,9% от площади хвойного хозяйства.

Елово-пихтовые леса занимают 354,3 тыс. га. Основные их массивы находятся на Уфимском плато и в высокогорной части Южного Урала. В результате усиленной эксплуатации их площади резко сократились в предыдущие десятилетия, однако за счет производства культур в последние годы наблюдается некоторая стабилизация их ареала. Лиственничников в регионе немного - всего 36,1 тыс. га. Сохранившиеся небольшие урочища лиственничников объявлены заповедными и исключены из расчета главного пользования. Из лиственных лесов наибольшая площадь занята березой, которая занимает 1252,0 тыс. га. Площади, занятые липой сердцелистной составляют - 824,2 тыс. га - это около 1/3 липняков всей страны [Кулагин и др., 2007].

В центральной части Южного Урала преобладают сосновые, сосново-березовые леса. Как правило, они приурочены к восточным склонам Урала, уступая западные, более увлажненные склоны, широколиственным лесам [Попов, 1980].

Темнохвойно-широколиственные леса Уфимского плато представлены елью сибирской и пихтой сибирской. Наряду с ними в лесообразовании участвуют липа сердцелистная, клен остролистный

(*Acer platanoides* L.), дуб и вяз (*Ulmus laevis* L.). Елово-пихтовые леса вследствие интенсивных рубок на больших площадях заменились на вторичные широколиственные и мелколиственные леса. Процесс уменьшения площадей ели и пихты продолжается и в настоящее время [Кулагин, 2007].

Древостоев кедра (*Pinus sibirica* Maer.) естественного происхождения не имеется. Из 200 га культур лишь часть насаждений вступила в фазу плодоношения.

Ольха черная (*Alnus glutinosa* L.), осокорь (*Populus nigra* L.) и древовидные ивы (*Salix* L.) произрастают во всех природных зонах, занимая наиболее пониженные местопроизрастания с сырыми и мокрыми почвами [Хайретдинов, 1986].

Разнообразие лесорастительных условий обусловило широкий диапазон распределения насаждений по классам бонитета. Здесь встречаются древостои от Ia до Va бонитетов, однако преобладают леса III бонитета. На их долю приходится 44,3% покрытой лесом площади. Насаждения II класса бонитета занимают 23,3%, IV - 22,2%, I- 4,5%, V - 4,3%, Va - 0,8% и Ia - 0,6%.

При среднем бонитете насаждений равном III наиболее высокобонитетными являются древостой осокоря - I,7, ясеня - I,9, тополей - II,0, сосны и кедра - II,2. Производительность осиновых, черноольховых, еловых, березовых насаждений, пихтарников и лиственничников близка к среднему бонитету по региону, а дубравы, липняки и ильмовые им уступают на 0,3-0,7 класса бонитета.

В результате посадки лесных культур быстрорастущих пород, правильного подбора их к условиям местопроизрастания, а также увеличения доли молодняков средние классы бонитета сосняков, ельников и тополей за последние годы увеличились на 0,1 - 0,5. Повышение бонитета насаждений могло быть более существенным, однако вырубка наиболее производительных насаждений, торможение роста

культур из-за заглушения второстепенными породами несколько сглаживают эти показатели [Чурагулов, Чурагулова, 1999].

Сложные лесорастительные условия накладывают свой отпечаток на производительность древостоев и, естественно, для каждого района и местности характерны свои особенности роста древостоев. Однако имеется одна общая закономерность распределения насаждений по классам бонитета по региону: по мере движения с северо-запада на юго-восток производительность насаждений снижается. Так, если в Дюртюлинском спецсемлесхозе средний бонитет лесов I,8, то в Зилаирском - III,1, Миякинском ЛМС - III,3 [Абдулов, 1990].

В то же время на лесохозяйственных предприятиях, расположенных в наиболее благоприятных природно-климатических условиях, имеются немалые площади низкобонитетных насаждений, что может быть объяснено несоответствием условий местопроизрастания биологическим особенностям выращивания древесных пород или погрешностями в области ведения лесного хозяйства, в результате чего потенциальные возможности естественного плодородия почв реализуются частично. Тщательный подбор пород при искусственном лесовыращивании, а также регулирование состава насаждений рубками ухода позволит значительно сгладить это несоответствие.

Коэффициент лесистости в горной части 0,85-0,95; в лесостепной части 0,10-0,35. В свете сохранения среды обитания живых организмов показательны некоторые данные об антропогенном изменении ландшафтов: так, только за 1967-1979 гг. площадь лесов Башкирии уменьшилась более чем на 1 млн. десятин, а площадь пахотных угодий и пашен увеличилась на 1,5 млн. десятин. На сегодняшний день площадь сельхозугодий составляет 7375,2 тыс. га, или 51,36% от площади всей республики (в том числе пашни - 4834,5 тыс. га, или 33,66%), тогда как площадь лесного фонда - 6311,4 тыс. га, или 43,92% [Габитов, 1996, Бахтизин, 1996].

По учету лесного фонда, на начало 2013 года общая площадь его земель составила 6152,1тыс.га с запасом древесины более 821,5 млн.м^3, в т.ч. хвойные породы занимают 171,7 млн. м^3. Покрытые лесом земли занимают 5551,8 тыс.га или 88,9% территории всех земель лесного фонда республики.

Непокрытая лесом площадь за период с 1988 по 2013 гг. сократилась на 13,6 тыс. га и составляет в настоящее время 81,0 тыс.га. Нелесные земли представлены на площади 155,4 тыс.га сенокосами, 256,3 тыс.га - пастбищами и садами, 11,9 тыс.га - болотами, 1,7 тыс.га - песками. Трассы ЛЭП, газо- и нефтепроводы занимают 35,7 тыс.га нелесных земель (табл. 2.1 и 2.2). Свыше 75 % площади представлены горными лесами, выполняющими почвозащитные, водорегулирующие и водоохранные функции. Широкий ассортимент древесных пород формирует сложные по составу древостои, а в жестких лесорастительных условиях малое число лесообразующих пород компенсируется чрезвычайно широким набором типов леса и разнообразием типов условий местопроизрастания, обусловленными вертикальной поясностью растительности. Здесь представлены практически все типы лесов, начиная от сфагновых и осоковых, заканчивая злаковыми и лишайниковыми, а в живом напочвенном покрове наблюдается обилие и пестрота растительности [Хайретдинов, 2004].

Лесообразователями являются 20 пород. По занимаемой площади (%) они выстраиваются в следующей последовательности: береза (26,3), липа (20,8), осина (14,6), сосна (14,6), дуб (6,5), клен (5,3), ель (5,1), ольха серая (2,5), пихта (2,1), ильмовые (1,4), лиственница (0,6).

Из мягколиственных древесных пород березняки являются преобладающими насаждениями в регионе и занимают более 26% всей лесопокрытой площади. В пределах природных зон и лесорастительных провинций Республики Башкортостан площади, занятые березовыми насаждениями, распределены неравномерно. Они

преобладают в Предуралье и в Горно-лесной зоне, занимая от 500 до 550 тыс.га всей лесопокрытой площади (табл. 2.1 и 2.2).

Таблица 2.1.

Распределение государственного лесного фонда

Республики Башкортостан по категориям земель, тыс.га.

Категория земель	Годы учета			
	1988	1998	2002	2012
Общая площадь земель	5603,2	5675,3	5697,5	6152,1
покрытые лесом земли	4968,8	5000,8	5064,5	5551,8
из них: лесные культуры	426,9	489,7	538,4	604,5
несомкнувшиеся лесные	102,4	104,9	90,1	63,9
лесные питомники, плантации	1,6	1,8	1,9	1,5
непокрытые лесом земли	94,6	57,5	33,6	81,0
из них: редины	8,4	7,2	5,0	5,8
гари и погибшие насаждения	12,0	3,8	2,8	1,6
вырубки	59,0	38,6	14,6	60,5
прогалины	15,2	15,1	11,2	11,6
всего лесных земель	5167,4	5171,0	5190,4	5666,3
нелесные земли	435,8	504,3	507,1	485,8
из них: пашни	8,5	9,7	7,9	5,1
сенокосы	113,0	149,9	150,0	155,4
пастбища, сады, и прочее	75,0'	110,3	106,5	256,3
болота	10,4	9,7	12,2	11,9
пески	1,5	1,0	1,0	1,7
трассы ЛЭП, газопроводов и	26,6	33,4	33,6	35,7

В возрастном отношении леса распределены (%) близко к нормальному: молодняки составляют 37, средневозрастные – 17, приспевающие – 24, спелые и перестойные – 22%.

Другим показателем, характеризующим использование древостоями потенциальной продуктивности почв и выполнение средообразующей роли, является полнота насаждений. Она в среднем по республике равна 0,64. Низкополнотные насаждения (0,3-0,4) занимают 11,7%, среднеполнотные (0,5-0,7) - 64,1, высокополнотные (0,8-1,0) -24,2% покрытой лесом площади. Наиболее низка полнота лиственничников, еловых и серо-ольховых насаждений. Самая высокая полнота в древостоях

Таблица 2.2

Распределение лесов по лесорастительным зонам

Наименование зоны	Общая площадь земель лесного фонда			Лесные земли											
				покрытые лесной растительностью		не покрытые лесной растительностью									всего лесных земель
									фонд лесовосстановления						
	Защитные	Эксплуатационные	Всего	всего	в т ч. лесные культуры	несомкнувшиеся лесные культуры	лесные питомники, плантации	естественные редины	гари	погибшие древостои	вырубки	прогалины, пустыри	итого		
Предуральская лесостепная зона	256552	175171	431723	395663	87762	9527	426	43	53	37	2418	420	2928	408587	
Предуральская степная зона	494373	464115	958488	884525	116378	12658	617	408	3	877	2976	2299	6155	904363	
Горно-лесная зона	1774949	2938167	4713116	4197386	395437	41212	437	4933	194	333	55011	8860	64398	4308366	
Зауральская степная зона	28332	20466	48798	43904	4924	452	31	405	0	78	111	40	229	45021	
Итого по РБ	2554206	3597919	6152125	5521478	604501	63849	1511	5789	250	1325	60516	11619	73710	5666337	
Итого по РБ в %	41,5	58,5	100	89,7	9,8	1,0	0,02	0,1	0,004	0,02	1,0	0,2	1,2	92,1	

Продолжение таблицы 2.2

Наименование зоны	Нелесные земли										
	пашни	сенокосы	пастбища	воды	сады, гутовники, ягодники	дороги, просеки	усадьбы и прочие	болота	пески	прочие земли	всего нелесных земель
Предуральская лесостепная зона	246	5659	3928	1534	11	3248	186	5322	112	2890	23136
Предуральская степная зона	1351	19141	11146	3255	115	6016	1645	3034	1047	7375	54125
Горно-лесная зона	3410	129226	135250	9084	25	24883	5214	3577	558	93523	404750
Зауральская степная зона	47	1336	1062	33	22	305	68	1	0	903	3777
Итого по РБ	5054	155362	151386	13906	173	34452	7113	11934	1717	104691	485788
Итого по РБ в %	0,1	2,5	2,5	0,2	0,003	0,6	0,1	0,2	0,03	1,7	7,9

осины, в культурах тополей и сосняков. Средняя полнота равнинных лесов выше, чем горных, хотя в горных лесах высокая полнота древостоев неизмеримо ценнее, чем в равнинных. По данным А. Е. Рябчинского [Рябчинский, 1961] 35,5% площади приходится на древостой полнотой 0,5 и ниже в лесхозах Северной лесостепной зоны, 27,6% - в лесхозах Северо-восточной лесостепной зоны, 34,4% - в лесхозах Горно-лесной зоны.

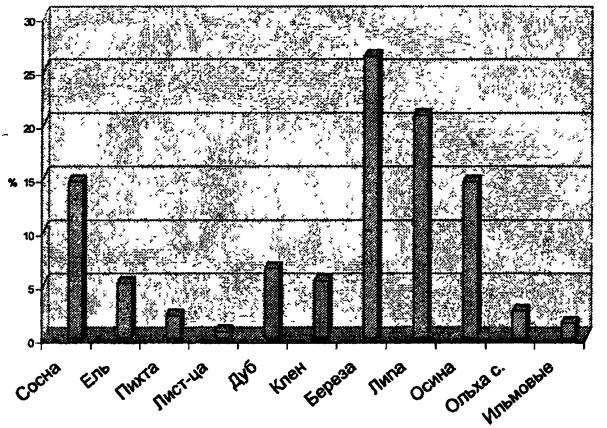


Рис. 2.1. Распределение покрытой лесной растительностью площади по преобладающим породам в Республике Башкортостан.

В арсенале лесохозяйственных мероприятий, направленных на повышение полноты древостоев - создание лесных культур под пологом изреженных насаждений, проведение мер содействия естественному возобновлению, регулирование пастьбы скота и, наконец, их реконструкции.

В результате неполного освоения расчетной лесосеки, составляющая 9984 тыс. $м^3$, использована всего на 15,7% при этом по хвойному хозяйству ее использование составляет 69%, по мягколиственному – 11,8%. Накопление лесосырьевых запасов насаждений, особенно по мягколиственному хозяйству, имеет как положительные, так и отрицательные последствия. Высокие темпы прироста запасов в приспевающих лесах

явление, безусловно, отрадное, поскольку такие насаждения лучше выполняют защитные и средообразующие функции, в то же время накопление перестойных насаждений приводит к снижению и потере технических качеств древесины, а в дальнейшем – к увеличению естественного отпада, что связано с ухудшением водоохранных, почвозащитных и рекреационных функций леса. С этой точки зрения увеличение запасов насаждений в лесах I группы не отвечают задачам рационального использования лесосырьевых ресурсов.

Природные условия Южного Урала в пределах Республики Башкортостан благоприятны для произрастания лесной растительности. По природно-ландшафтным условиям территория региона делится на три резко отличные естественно-исторические провинции: Предуралье (Предуральская лесостепная и Предуральская степная), Южный Урал и Зауралье. В выделенных провинциях наблюдается отчетливо выраженная горизонтальная зональность как в отношении почв, так и растительного покрова. Видовой состав древесной растительности разнообразен. Из хвойных видов преобладают сосново-еловые насаждения, из лиственных - липовые и березово-осиновые. Из мягколиственных древесных видов березняки являются преобладающей растительной формацией в Башкортостане и во многих других регионах России [Лесной фонд..., 1995]. Характерная особенность растительности лесов заключается в том, что здесь проходят восточные и южные границы многих европейских древесных видов, западные границы сибирских, а также северные границы некоторых степных растений.

Краткий обзор растительного покрова показывает его большое разнообразие, но не раскрывает степень пригодности отдельных растительных ассоциаций для удовлетворения нужд и потребности населения республики. Лесу в системе природных ресурсов принадлежит ведущее место, а это вызывает особую заботу по его использованию. Его эксплуатацию необходимо увязывать с природоохранными мероприятиями, которые способствовали бы сохранению и восстановлению лесных

экосистем. Сохранение леса как важнейшего компонента биосферы, имеющего полифункциональный характер, защита его от неблагоприятных антропогенных воздействий, повышение его продуктивности и биологической устойчивости возможно лишь при сохранении и оздоровлении всего ландшафта, поскольку все явления природы взаимосвязаны и взаимообусловлены. В этой связи рассмотрим лесной фонд Башкирии как составную часть Южного Урала, занимающие достаточно обширные площади и обладающие устойчивой структурой и составом насаждений, которые обладают большими запасами недревесных ресурсов и выполняют различные функции. Однако в силу различного регионального расположения, разнообразных климатических и лесорастительных условий, породного состава и общей биологической продуктивности леса обладают разнообразным видовым составом недревесной продукции и вовлечены в побочное пользование в разной степени.

Такова краткая характеристика лесного фонда региона. В настоящее время в побочное пользование вовлечен не весь потенциал лесного покрова, а лишь его определенная часть. Если учесть, что на современном этапе развития общества наблюдается дефицит в продукции недревесных ресурсов леса и в перспективе ожидается значительное увеличение запросов на этот вид сырья из-за увеличения численности населения, то становится очевидным, что возможности и резервы для такого расширения в республике имеются. Однако, для одних регионов эти возможности шире, другие находятся в менее благоприятных условиях, но в целом данное неправление природопользования может считаться весьма перспективным.

ГЛАВА 3. ПОТЕНЦИАЛ НЕДРЕВЕСНЫХ РЕСУРСОВ ЛЕСОВ БАШКОРТОСТАНА

По данным государственного учета лесного фонда РФ, общая площадь земель государственного лесного фонда и лесов, не входящих в лесной фонд, по состоянию на 1 января 2012 г. составляет 1178,7 млн. га. Лесная площадь определена в 888,5 млн. га, в том числе покрытая лесом - 774,2 млн. га. Основная часть покрытых лесом земель приходится на Уральский, Западно-Сибирский, Восточно-Сибирский и Дальневосточный экономические районы - 633,3 млн. га (или 83%). Из общей площади не покрытых лесом земель 68,4 млн. га - 8,5 млн. га (12,4%) занимают вырубки, 28,4 млн. га (41,5%) - гари и погибшие насаждения, 4,1 млн. га (6,9%) - пустыри и прогалины и 27,4 млн. га (40,1%) - редины. Основная часть (93,9%) не покрытых лесом земель расположена в районах восточнее Урала [Леса России, 2002]. Этот огромный земельный потенциал может поддерживаться в основном за счет роста покрытых лесом земель при проведении работ по лесоразведению и лесовосстановлению. Кроме того, леса в РФ обладают значительным потенциалом в области побочного пользования, т.е. недревесных продуктов лесных территорий. На лесных площадях страны располагается 60% охотничьих угодий РФ, на которые приходится примерно 90% всей охотничьей продукции, добываемой в России. С целью улучшения охотничьего промысла необходимо поддержание соответствующей среды обитания охотничьей фауны на лесных площадях, расширении охотничьих услуг, комплексное ведение лесного и охотничьего хозяйства. Леса России обладают значительными запасами пищевых и кормовых ресурсов. По данным, приведенным Н.А. Моисеевым [Моисеев, 1980], доступные хозяйственные запасы дикорастущего пищевого сырья на землях лесного фонда достигают 1,5-2,0 млн т, из них более 1 млн. т. - ягоды (клюква, черника, брусника, облепиха и другие). Из этого количества лесохозяйственные и лесозаготовительные предприятия ежегодно поставляют до 50 тыс. т дикорастущих плодов и ягод, до 5 тыс. т грибов, 4 тыс. т орехов. Всего специализированными заготовителями и населением

используется не более 15% доступных пищевых ресурсов леса. Поддержание всего потенциала в области побочного пользования лесами требует осуществления мероприятий по рациональному использованию травяного покрова для выпаса скота, заготовки кормов, созданию плантаций по выращиванию лекарственных и технических культур и организации их сбора. Экологический потенциал лесов РФ можно оценивать через выполняемые им многоцелевые функции, участие в производстве кислорода и крупных объемов биомассы, других ресурсов, воздействующих на окружающую природную среду. Известно, что человек потребляет 400 кг кислорода в год, а леса планеты выделяют в среднем 800 млн. т кислорода и биологически активных веществ. Гектар леса адсорбирует в год 8-15 т пыли, очищает воздух и снижает количество болезнетворных микробов в 30-100 раз по сравнению с необлесенными участками. Для сохранения и развития экологического потенциала лесов прежде всего необходим комплекс системных мероприятий по воспроизводству лесных насаждений, ориентированных на выполнение ими средозащитных, водоохранных, санитарно-гигиенических, поле-, почвозащитных и других функций. Рекреационный потенциал лесов РФ также огромен. В рекреационные леса включаются: городские леса, лесопарки, леса лесопарковых частей зеленых зон, зеленые зоны лечебно-оздоровительных учреждений. По данным учета на 1 января 2012 г. общая площадь земель, занятых рекреационными лесами, в России составляет более 45 млн. га. В целях развития рекреационного потенциала лесов в лесных регионах необходимы меры по созданию туристических баз, кемпингов, организации дорожно-тропиночной сети, расширению предоставляемых рекреационных услуг населению и обеспечению его современным сервисом. Россия обладает огромным лесобиологическим потенциалом, величина которого определяется размерами площади, покрытой лесом, общими запасами древесины, ее среднегодовым приростом. Площади земель, покрытых лесом в России составляют 774,2 млн. га, а общий среднегодовой прирост древесины РФ равен 970 млн. м^3. Общий запас древесины РФ оценивается в 80,7 млрд. м^3, в

том числе спелой и перестойной - 44,1 млрд. $м^3$. Запасы древесины размещены, к сожалению, очень неравномерно по территории страны. Размер лесопользования в стране рассчитывается путем корректировки лесобиологического потенциала на величины, связанные с наличием естественного отпада лесных площадей, выполняющих защитные, рекреационные и другие функции, отходов при заготовке и лесохозяйственных мероприятий, потерь из-за неразвитости сети лесных дорог. По расчетам, приведенным Н.А. Моисеевым [Моисеев, 1986], лесобиологический потенциал России, т.е. максимально возможные объемы древесины, предназначенные для заготовки, оцениваются примерно в 2 млрд. $м^3$. Размер лесопользования в стране, определенный путем вычитания из величины лесобиологического потенциала объемов, связанных с наличием естественного отпада, отходов при заготовке и других факторов, составит более 1 млрд. $м^3$. По классификации Н.А. Моисеева, все ресурсы и услуги леса, как и сами леса, воспроизводящие их, являются возобновимыми, и это делает перспективным развитие всего комплекса отраслей, базирующихся на них, особенно в сравнении с невозобновимыми ограниченными ресурсами, в том числе рудными и газонефтяными. В связи с описанными особенностями можно было бы отметить и другие преимущества и сложности их реализации. В процессе многоресурсного лесоуправления совмещаются две задачи, которые со всей остротой ныне встают перед человечеством. С одной стороны, это задача расширения базы ресурсного обеспечения людей для производства необходимых продуктов и благ, с другой стороны, - задача обеспечить охрану окружающей среды и посредством этого улучшение качества жизни и среды обитания для людей, фауны и флоры с тем, чтобы устранить угрозу усиливающегося экологического кризиса [Моисеев, 1986].

Лесное хозяйство, организуемое на принципах неистощительного и многоцелевого лесопользования посредством многоресурсного лесоуправления, может, в сравнении с другими отраслями, наиболее эффективно совместить решение обоих задач, что доказано историей и опытом самой практики [Хайретдинов, 2004]. Однако есть сложности и в

реализации этих задач. Эти же исследователи указывают, что ресурсы и услуги леса подразделяются на две группы, одна из которых относится к рыночным ресурсам, другая не имеет рыночной стоимости и относится к так называемым общественным благам, т.е. неделимым между индивидуальными потребителями. Например, чистота всех средств обитания (почвы, водных источников, атмосферы) является главным условием для здоровья и качества жизни, но она не имеет рыночной стоимости и к тому же является и должна быть достоянием всех людей. То же относится и к эстетическим достоинствам ландшафтов, формируемым с участием леса, а также к социальным и многообразным защитным полезностям лесов, в том числе средообразующим, значимость которых не только возрастает, но и выходит на глобальный уровень. С ними связана функция леса как главного поставщика кислорода в атмосферу и в то же время - поглотителя излишков углекислого газа в процессе фотосинтеза. «Углеродный секвестр» - ныне самый актуальный предмет международных конференций для выработки международных соглашений по лесам [Моисеев, 1995], При этом необходимо учитывать, что ассортимент и качество предоставляемых лесхозами продуктов и услуг могут существенно отличаться от требуемого вследствие разнообразных особенностей и проблем лесохозяйственного производства (в том числе и общенационального характера), среди которых наиболее существенными являются следующие:

1. Возобновимость лесных ресурсов, требующая вложения средств не только в освоение и эксплуатацию, но и на лесовосстановление, мероприятия по формированию лесов необходимой структуры, охрану и защиту. Вместе с тем дополнительные вложения в лесное хозяйство обеспечивают возможность расширенного воспроизводства лесных ресурсов, повышения продуктивности лесов и степени удовлетворения потребности общества в разнообразных лесных продуктах и услугах. Воспроизводимость лесных ресурсов и постоянно возрастающие потребности общества в продукции и полезностях леса обусловливают необходимость ведения лесного хозяйства

на определенных основах, важнейшим из которых является принцип устойчивого лесопользования.

2. Взаимосвязь производственных и естественных, природных процессов, при которых затраты труда нередко составляют лишь незначительную величину в сравнении с действием природных сил. Основным средством и продуктом производственной деятельности лесного хозяйства является лес - своеобразное природное образование, которое может развиваться как самостоятельно, так и под контролем и воздействием человека. В этих условиях эффективность функционирования и развития лесного хозяйства в решающей степени определяется глубиной знаний о закономерностях природных процессов, протекающих в лесных биогеоценозах и ландшафтах как в естественных условиях, так и под влиянием хозяйственной деятельности человека. Поэтому в лесном хозяйстве особенно велика роль науки и опыта прошлой хозяйственной деятельности. Недостаток научных знаний увеличивает значение факторов неопределённости в развитии лесного хозяйства и существенно ограничивает его эффективность.

3. Многоцелевое назначение лесных ресурсов. Лес выполняет множество различных функций и обладает рядом полезных свойств. Прежде всего, он является важнейшим компонентом биосферы - естественной среды жизнедеятельности человека, а первоочередная задача лесного хозяйства направлена на сохранение лесов и поддержание их средообразующих, биосферных функций на должном уровне. Лес является источником многообразных продуктов, важнейшим из которых по-прежнему остается древесина. Трудно назвать какую-либо область человеческой деятельности, в которой не находили бы применение древесина или продукты ее переработки. Лес выполняет также разнообразные защитные, водоохранные, водорегулирующие, санитарно-оздоровительные, рекреационные, оборонные функции. В связи с этим любое хозяйственное мероприятие, проводимое в лесу, тем более их комплексы или системы, должно обеспечивать достижение определенных результатов, по крайней мере, не в ущерб другим функциям леса. Многофункциональная роль леса обусловливает, таким

образом, многоцелевой характер лесного хозяйства, причем сочетание и приоритетность различных целей лесохозяйственной деятельности значительно зависят от природно-экономических условий и хозяйственного назначения лесов. Ограниченная территориальная взаимозаменяемость отдельных видов лесной продукции и самого леса предопределяет достаточно широкое применение в планировании лесного хозяйства многокритериальных методов как средства реализации многоцелевого подхода к планированию развития отрасли. Если древесина, пищевые, лекарственные, кормовые, технические ресурсы леса способны перемещаться после их заготовки на значительные расстояния, то защитные, рекреационные и другие средообразующие полезности леса могут использоваться только на месте его произрастания. Поэтому лесное хозяйство осуществляет свою деятельность с той или иной интенсивностью практически на всей территории страны, обеспечивая формирование и сохранение лесов такой структуры, которая соответствует природным и экономическим условиям каждого региона.

4. Проявление основной доли эффекта, производимого лесным хозяйством, за пределами отрасли. В первую очередь это относится к средообразующим функциям леса и продукции побочного пользования лесом, поэтому эффективность лесного хозяйства, оцениваемая по принятым в отрасли показателям, которые отражают, как правило, лишь древесную продукцию, оказывается заниженной против действительной, системной оценки.

В последнее время существенным образом трансформировались подходы к использованию ресурсов леса, к пониманию роли и значения различных видов недревесных ресурсов производимых лесом. Недревесные ресурсы леса (НРЛ), являющиеся составной частью лесных ресурсов, до сих пор не имеют четкого определения ни с терминологической позиции, ни с точки зрения содержания (объема) этого понятия [Никитенко, 2003].

В лесоведческой литературе лесные ресурсы условно подразделены на древесные и недревесные. Термин «древесные ресурсы» в Лесной

энциклопедии [1986] трактуется однозначно – древесина разных пород, заготовляемая в процессе рубок. Что же касается недревесных ресурсов, то содержание этого понятия точно не определено.

На официальном уровне, такие виды ресурсов, как заготовка пней, коры, бересты, пихтовых, сосновых, еловых лап, новогодних елок и других регламентируется Лесным кодексом (2006 г.) [Лесной кодекс РФ, 2006] и отнесены к второстепенным лесным ресурсам. Сбор дикорастущих плодов, ягод, грибов, кедровых орехов, лекарственных, медоносных растений, согласно Основным положениям Федеральной службы лесного хозяйства России (1994 г.) [Основные положения .., 1994] отнесен к побочным видам пользования. Также к побочному пользованию отнесены сенокошение и пастьба скота; размещение ульев и пасек; заготовка дикого меда; заготовка древесных соков; заготовка вспомогательных лесных материалов (мха, подстилки, опавшего листа, камыша и др.). Однако многие ресурсы выступают в роли самостоятельных объектов лесопользования и отнесение их к второстепенным и побочным не отвечает современным условиям развития экономических отношений многоцелевого лесопользования [Большаков и др., 2000]. Рассмотрим исторические аспекты сущности и содержания термина «побочное пользование».

Первое упоминание о значении лесных ресурсов встречается в законодательстве России в 1800 г., когда правительство Российской империи обратило особое внимание на возможность лучшего удовлетворения потребностей крестьянского населения в лесных материалах и с этой целью были изданы «Правила вырубки лесов на постройку домов крестьян и о дозволении им для домашних нужд жечь золу, снимать кору и гнать деготь». Данное положение было расширено манифестом Императора Александра I от 2 апреля 1801 года, которым разрешено крестьянам пользоваться лесами (за исключением корабельных) как для собственного употребления, так и на продажу, а доходы от смолы и других посторонних лесных пользований повелено хранить в Казенных палатах особою суммою. В правительственных документах 1864-1865 гг. впервые появляется термин «побочные лесные

пользования», где дозволена охота, а в 1868 г. предложено Министру Государственных Имуществ разрешать производство охоты в казенных лесах за плату. В 1870 г. разрешен бесплатный сбор в казенных лесах мха [Коростелев и др., 2004].

В 1875 г. Н.С. Шафранов впервые классифицировал ресурсы побочного пользования, к которым относил добывание коры, подсочку, использование листвы деревьев, бортничество, охоту, рыбную ловлю, заготовку торфа, пастьбу скота, сбор ягод и грибов [Шафранов, 1876].

П.Н. Вереха разделял пользование лесом на прямое, промежуточное и побочное, относил к последнему извлечение доходов из всего, что находится в лесу, за исключением древесины и коры. Если кора продавалась отдельно, то и она являлась объектом побочного пользования [Вереха, 1878]. Сходной точки зрения придерживались Э.Э. Керн [Керн, 1925], А.А. Байтин [Байтин, и др.,1950].

Иную точку зрения на классификацию видов лесопользования предложил А.И. Котов, разделивший все виды пользования на прямые, защитные и побочные. К прямым он отнес использование древесины, коры, живицы, сахаристых соков, лесных семян, орехов, плодов, ягод, листьев, почек, цветков, лесной подстилки. К побочным - сенокошение, заготовку растений кормовых, лекарственных; грибов, меда, выращивание сельскохозяйственной продукции, ловлю рыбы, рыбоводство и др. [Обозов, 1974]. Такой подход противоречив, так как не дает четкого понятия. Доказательством этого могут быть промысловые хозяйства специализирующиеся, например, на заготовке лекарственных трав, кедровых орехов, где данные виды выступают в роли основных средств производства. Для данных предприятий побочные пользования имеют первостепенное значение, следовательно, прямое.

В своих работах Д.А. Телишевский к продукции побочного пользования лесом в зоне интенсивного ведения лесного хозяйства относит в первую очередь те виды продукции, которые имеют или могут иметь существенное значение в экономике лесного хозяйства и по своему

происхождению предлагает делить на продукцию растительного и животного происхождения [Телишевский, 1974].

К продукции растительного происхождения относятся следующие виды: грибы, ягоды, плоды, лекарственные растения, сено, березовый сок, к продукции животного происхождения – пчеловодство, охотничье хозяйство, рыбоводство и шелководство.

Основоположник научного подхода к побочному пользованию лесом, проф. Н.А. Обозов отмечал, что это пользование носит случайный характер. Если же обеспечивается плановое производство недревесных ресурсов, побочное пользование переходит в специализированное хозяйство. Например, охота - случайный промысел – побочное пользование; охотничье, лесоохотничье хозяйство – специализированные хозяйства, соответственно рыбная ловля и рыбоводство, заготовка дикорастущих плодов и плодоводство [Обозов, 1974].

Е.Я. Судачков в интенсивном лесном хозяйстве выделяет основное, вспомогательное, побочное и подсобное производство. К основному автор относит лесоводство; заготовку, вывозку и обработку материалов; мелиорацию земель; защиту леса от болезней. К вспомогательному – техническое обслуживание. К побочному - охотничье хозяйство; заготовку и производство сопутствующих продуктов. К подсобному - растениеводство, животноводство [Судачков, 1968].

А.Т. Савельев и Ю.И. Смирняков [Савельев, Смирняков, 1980] относят к побочному пользованию использование недревесной продукции леса для питания населения и удовлетворения потребностей народного хозяйства в сырьевых ресурсах. Отождествление продукции побочного пользования лесом и недревесной продукции леса просматривается у авторов "Лесной энциклопедии" [Лесная энциклопедия, 1985], понимающих под недревесной продукцией леса пищевые продукты, техническое и лекарственное сырье, кормовые травы, а также пушнину, продукты пчеловодства и другую продукцию, получаемую при так называемом побочном пользовании лесом. В самых последних официальных документах (Основные положения по

осуществлению побочных лесных пользований в лесах Российской Федерации, Лесной кодекс Российской Федерации) к побочному пользованию относятся сенокошение и пастьба скота, размещение ульев и пасек, заготовка древесных соков, заготовка и сбор дикорастущих плодов, ягод, орехов, грибов, других пищевых лесных ресурсов, лекарственных растений, технического сырья, сбор мха, лесной подстилки и опавших листьев, камыша и др.

Кроме побочного пользования, Лесной кодекс РФ (2006) предусматривает такие виды пользования лесным фондом, как заготовка живицы, второстепенных лесных ресурсов (пней, коры, бересты, пихтовых, сосновых, еловых лап, новогодних елок и др.), пользование участками лесного фонда для нужд охотничьего хозяйства, для научно-исследовательских, культурно-оздоровительных, туристических и спортивных целей.

Из краткого обзора литературных источников следует, что недревесные ресурсы леса, являющиеся составной частью лесных ресурсов, до сих пор не имеют четкого определения ни с терминологической позиции, ни с точки зрения содержания (объема) этого понятия. Объекты побочного пользования и недревесные ресурсы леса это не тождественные понятия. Первые являются составным элементом вторых. Виды побочного пользования меняются с течением времени и как отмечено в Лесном кодексе РФ (2006), перечень их утверждается Федеральным органом управления лесным хозяйством, т.е. число объектов побочного пользования может расширяться или сужаться. Недревесные же ресурсы леса в большей степени постоянны, поскольку под ними понимают все лесные ресурсы, кроме древесных (в том числе второстепенных, в объеме, предусмотренном Лесным кодексом РФ). Такое понимание недревесных ресурсов леса учитывает многофункциональное значение лесов и делает их очень широкими по содержанию.

В последние два десятилетия в теорию и практику лесоведения и лесоводства все шире внедряется понятие о многоцелевом лесопользовании,

подразумевающем использование максимума полезностей леса при оптимальном соотношении видов пользования, что стимулировало появление работ по классификации функций, ресурсов и роли леса [Тупыца, 1976; Черкасов, 2002; Шейнгауз, и др.,1983]. Подобные классификации необходимы для того, чтобы выявить объем, структуру понятия и возможность сочетаний видов пользования в конкретной организации хозяйства и эффективного управления этими ресурсами [Шейнгауз, и др.,1989]. Это положение в полной мере относится и к недревесным ресурсам леса.

Наиболее полная классификация полезных растений была предложена в 1942 г. Н.В. Павловым [Павлов, 1942]. Она делит все дикорастущие полезные растения на 22 раздела: 1) лекарственные растения; 2) каучуконосные растения; 3) гуттаперченосные; 4) жирно-масличные; 5) эфирномасличные; 6) прядильные; 7) щеточные; 8) грубо волокнистые; 9) бумажно-целлюлозные; 10) пищевые; 11) крахмалоносные; 12) сахаро - и инулиноносные; 13) технические и стимулирующие; 14) витаминные; 15) медоносные; 16) дубильные; 17) мыльные или сапониносные; 18) смолоносные; 19) красильные; 20) кормовые; 21) ядовитые; 22) декоративные и цветочные растения.

Эта классификация была подвергнута критике. В частности М.М. Ильин [Ильин, 1948] считает, что классификация Павлова базируется на ложном принципе, так как с одной стороны принимает за основу характер исследования растений, а с другой их химический состав. Например, им выделены в самостоятельную группу сахароносные растения, тогда как на самом деле они являются лишь дальнейшим подразделением группы пищевых растений. Тоже самое можно сказать и о крахмалоносных растениях.

Наиболее совершенной является классификация растительных ресурсов, предложенная в 1946 г. А.А. Гроссгейманом в его книге по растительным ресурсам Кавказа [Гроссгейман, 1946] и видоизмененная М.М. Ильиным [Ильин, 1948]. По этой классификации все растительные ресурсы

выделены в два больших раздела: 1) раздел технических растений и 2) раздел натурных растений.

В разделе технических растений выделено 13 групп: 1) каучуконосных - каучуконосы, гутаперченосы; 2) группа смоло носных - бальзамоносы, млекосмолоносы; масликоносы; 3) группа камедоносных и клей дающих растений - камедоносы, клей дающие; 4) группа эфирномасличных растений; 5) жирно-масличных, дающие высыхающие, полувысыхающие и невысыхающие; 6) восконосных; 7) дубильных - таннидоносы, таннино сные; 8) красильных - текстильно-красильные, коврово-красильные, парфюмерно- и косметико-красильные, пищевые красильные, лабораторно-красильные, лако-красильные; 9) волокнистых - прядильные, плетеночные, подвязочные, щетинные и венечные, набивочные и упаковочные (пухоносы); 10) бумажно-целлюлозные; 11) древесинных - строительные, поделочные, угледающие; 12) пробконосных; 13) растительно - химического сырья.

В разделе натурных растений выделены 5 групп: 1) пищевых - хлебокрупяные, салатно-овощные, крахмалоносы, сахаро и инулиносы, белокдающие, сочно-плодовые и сочно-семенные (плодово-ягодные), орехоносные, напиточные, ароматические и пряновкусовые, 2) кормовых растений - пастбищные, сенокосные, силосные, концентратные, 3) витаминоносных - каротиноносы. В - витаминоносы, С - витаминоносы, Д-витаминоносы, К - витаминоносы, Е - витаминоносы, РР - витаминоносы, поливитаминосы, 4) лекарственных - сердечно-сосудистые, мочегонные, слабительные, желчегонные, горечедающие, отхаркивающие, кровоостанавливающие, тонические и стимулирующие, анестетические, вяжущие, ранозаживляющие, обволакивающие и мягчительные, потогонные, кожные раздражители, инсулиносы, иодоносы, антибиотики, 5) ядовитых растений - фунгисидные, инсектицидные, ихтиотоксические, ратицидные.

В этой классификации все сырьевые растения делятся на два основных раздела: технические, сырье которых дает продукты, поступающие в дальнейшую промышленную переработку для технических целей и натурные, сырье которых непосредственно используется в народном

хозяйстве или поступает в промышленное производство с целью получения пищевых, кормовых и лекарственных продуктов.

Для наиболее крупного деления очень часто используется классификация Н.В. Павлова [Павлов, 1947], так как в ней нет более дробного подразделения. Например, при описании ресурсов какой-либо местности, исследователь всегда разделяет их на большие группы - лекарственные, пищевые, жирно масличные и т.п. Более дробное деление применяется лишь тогда, когда ресурсы описываются на обширных территориях, включающих несколько растительных ресурсов, когда в дикой флоре встречается наибольшее число видов растений.

Ряд исследователей предлагает прежде чем приступить к проектированию какой-либо хозяйственной деятельности, связанной с заготовкой и переработкой недревесных ресурсов леса, необходимо определить перечень видов произрастающих на конкретной территории. Благодаря большому кругу исследований в данной области этот перечень будет очень внушительный. Поэтому, возникает объективная необходимость группировки и ограничения перечня объектов исследования в соответствии с определенными критериями. Иными словами, - провести хозяйственную классификацию видов недревесных ресурсов леса .

В настоящее время разработано несколько систем классификации НРЛ по природным и производственным признакам. Измоденов А.Г. приводит 6 классификаций недревесных ресурсов леса, которые предопределяют способы изучения урожайности, разработку нормативов изъятия, выход на учет и оценку ресурсов, характеристику сырьевых баз [Измоденов, 1997].

Разрабатываются классификации НРЛ по отдельным видам ресурсов. Так, например, для лекарственных растений применяются "фармакологическая" или "химическая" классификации. В первой основной упор делается на особенностях применения лекарственного сырья, а во второй объекты группируются по важнейшим содержащимся в них биологически активным веществам [Блинов и др., 1997]. Эти системы скорее носят академический характер, поскольку ими определяется

последовательность изложения учебных материалов в курсе фармакогнозии. Кроме того, при фармакологической классификации не учитывается множественный фармакологический эффект большинства растений.

Захаренков А.С. предлагает классификацию недревесных ресурсов леса основным оценочным критерием которой является потенциальный рыночный спрос на конкретные виды недревесных ресурсов леса. Данная классификация отвечает на вопрос, который в условиях рынка и конкуренции выносится на первый план. Существует ли спрос на заготовленное растительное сырье и будет ли обеспечен сбыт произведенному из него продукту? Автор указывает, что это будет динамичная система, результаты которой будут зависеть от данных маркетинговых исследований, проведенных для определенной территории в конкретный период времени и скрининга рыночной привлекательности (перспективности) того или иного вида НРЛ [Захаренков, 2003].

Для выявления недревесных ресурсов леса наиболее приемлемым для условий РБ и Южного Урала с определенными поправками на наш взгляд применима классификация предложенная в работе Черкасова и др. [2002]. В последнем варианте классификации недревесные ресурсы леса включают фитогенные, зоогенные, социальные и средозащитные ресурсы леса. К категории фитогенных относятся ресурсы лекарственных, медоносных, кормовых, пищевых, технических растений и грибов. В составе групп пищевых, технических растений выделены подразделения более низкого ранга (подгруппы овощных, пряно-ароматических, напиточных, красильных, дубильных и других растений). К зоогенным отнесены животные, населяющие лес, включающие насекомых, микро- и мезофауну, а также бактерии.

В категорию социальных ресурсов леса по классификации А.Ф.Черкасова с соавтрами [2002] входят санитарно-гигиенические, рекреационные, культурно-исторические, оборонные и другие функции леса, а в составе средозащитных выделены климаторегулирующие, почвозащитные, водоохранные и водорегулирующие, атмосферные ресурсы

леса. На наш взгляд социальные и средозащитные ресурсы также могут быть включены в понятие «недревесные ресурсы», хотя ряд авторов указывают, что они имеют совсем иные цели и задачи в отличие от ресурсов продовольственного значения и предназначены для удовлетворения духовных потребностей общества и сохранения окружающей среды для будущих поколений, они имеют самостоятельное локальное и глобальное значение и должны быть выделены в отдельную группу лесных ресурсов. Это сложные системы, называемые «невесомыми полезностями леса», которые требуют для создания модели оценок самостоятельной разработки. Данная структура явилась основой для более детальной характеристики недревесных ресурсов леса Республики Башкортостан.

Группа лекарственных растений. В лесной флоре Республики Башкортостан насчитывается 120 видов лекарственных растений, применяемых в научной медицине, и 200 видов, используемых в народной медицине, что составляет более 20% от числа всех видов, произрастающих на территории республики. Из них в настоящее время заготавливаются от 37 до 60 наименований растений [Кучеров и др., 2005].

Кормовые растения являются кормом для диких и домашних животных. Число таких растений в лесах РБ достигает 40 видов.

Жиро-масличные растения, из плодов или семян которых получают растительные (пищевые) или технические масла. Эта группа растений представлена в РБ несколькими видами. Содержание масел у них достаточно велико и составляет у борщевика сибирского около 16%, а у семян липы – до 48%.

Эфирно-масличные растения содержат разнообразные эфирные масла, представляющие собой смеси различных веществ (спиртов, эфиров, терпенов) и обладающие своеобразным запахом. В лесах РБ произрастает более 20 видов, среди которых тмин обыкновенный, мята длиннолистная.

Медоносные растения. Их насчитывается в РБ не менее 90 видов. Все растения, выделяющие нектар и дающие пыльцу, создают хорошую базу для пчеловодства.

Ядовитые растения. В лесах РБ можно найти около 30 видов этих растений. Некоторые виды ядовитых растений используется в качестве инсектицидных, антифунгальных средств.

Обширную и разнородную по видовому составу и хозяйственному использованию группу составляют *пищевые растения*, употребляемые в пищу непосредственно в натуральном виде или служащие сырьем для кондитерской, пивоваренной, ликероводочной промышленности. В этой группе выделяют пять подгрупп по характеру использования растений: плодовые, ягодные и орехоплодные, растения сгруппированы по признаку съедобности их плодов. В лесах РБ встречаются 24 вида растений этой подгруппы, из которых наибольшее распространение и хозяйственное значение имеют следующие девять: брусника, черника, голубика, земляника, рябина, малина, калина, шиповник и лещина.

Овощные (салатные) растения используют в пищу в виде салатов, супов, вторых блюд. В лесах республики насчитывается до 45 видов растений этой подгруппы.

Пряно-ароматические и пряно-вкусовые растения, объединенные в одну подгруппу содержат летучие и приятно пахнущие эфирные масла, гликозиды, тонические и другие вещества и традиционно применяются в пищевой промышленности.

Напиточные растения применяются для изготовления напитков и придания им своеобразных вкуса и аромата, а также как суррогаты чая и кофе. Из флоры РБ к напиточным можно отнести до 40 видов сырьевых растений (вереск, грушанка, зверобой, кипрей или иван-чай), включая практически все плодово-ягодные.

Крахмалоносные и хлебные растения для получения крахмала или (в сухом и размолотом виде) в качестве добавки к муке при выпечке хлеба.

Весьма многочисленную по видовому составу группу представляют *технические растения*, разделенные на четыре самостоятельные подгруппы: красильные растения содержат в разных своих частях красящие химические вещества, чаще всего гликозиды.

Дубильные растения содержат дубильные вещества (танниды). Получаемые из дубильного сырья экстракты находят широкое применение в кожевенной, текстильной, авиационной промышленности, а также в медицине.

Волокнистые растения по физико-механическим свойствам своих органов пригодны для использования в текстильной промышленности и народном промысле (плетение).

К недревесной продукции леса также относятся *грибы*. Традиционно грибы делят на съедобные, условно съедобные и ядовитые. Сохраняя в целом такое подразделение грибов, считается целесообразным объединить последние две группы.

Съедобные грибы не содержат в плодовых телах горечи, вредные вещества или не имеют неприятного запаха. Они употребляются в пищу сразу после сбора (белый гриб, подберезовик, рыжик).

Условно съедобные грибы содержат горькие, вредные или неприятно пахнущие вещества, которые разрушаются при соответствующей обработке (отваривание, вымачивание, сушка, засолка, маринование). К ним относятся грузди, строчки, валуи.

Несъедобные и ядовитые грибы содержат ядовитые вещества или имеют горький и едкий вкус, а иногда - неприятный запах.

Для определения рациональных объемов потребления недревесных ресурсов при минимуме наносимого вреда лесным сообществам РБ необходимо провести систематизацию лесохозяйственных районов республики. Разнообразие природных условий требует дифференцированного подхода при организации и ведении заготовок недревесных ресурсов леса в лесном хозяйстве РБ. Для этого целесообразно территорию РБ разделить на отдельные части, однородные по географическому положению, рельефу, геологическому строению, климату, гидрологии, почвенному и растительному покрову и другим факторам, влияющим на развитие лесного хозяйства, т.е. провести лесорастительное районирование.

Районирование – это классификация территории, посредством которой познается ее разнообразие и приводится в определенную систему ведущееся на ней хозяйство [Сочава, 1978].

Было разработано несколько вариантов лесорастительного районирования РБ. В.Н. Быстровым выделено 7 лесорастительных районов; из них в 3 районах выделяются подрайоны [Быстров, 1947].

Б.Г. Левашовым выделено 8 районов и один из них - район западной предуральской лесостепи - подразделяется на 5 подрайонов [Левашов, 1948].

Б.И. Федорако делит территорию РБ на 4 лесорастительные зоны и 7 лесорастительных районов [Федорако, 1955].

Ростовской агролесомелиоративной экспедицией (1955 год) выделено 7 агролесомелиоративных районов и Зауралье дополнительно разделено на два подрайона.

Х.Я. Тахаевым выделяется 10 лесорастительных районов [Тахаев, 1959].

Основным недостатком указанных выше проектов лесорастительного районирования является то, что они разработаны относительно отдельных лесохозяйственных операций, таких, как создание лесных культур, полезащитных лесных полос, разведение тополей, наличие лесосырьевых ресурсов и т.п., и границы районов проводились по границам лесхозов, а не по объективно существующим естественным рубежам.

Несмотря на наличие множества подходов к лесорастительному районированию, в настоящее время возникает необходимость всестороннего обоснования выделения границ районов и систем лесохозяйственных мероприятий, обеспечивающих рациональное ведение хозяйства и повышения продуктивности лесов в плане использования НРЛ.

Традиционным для Башкортостана является распределение всей территории сельскохозяйственных угодий на 6 природно-сельскохозяйственных зон. В издании "Почвы Башкортостана" [Хазиев и др., 1995] из зоны Предуральской степи в VII самостоятельную зону вычленена Белебеевская лесостепная зона. Расхождение в определении районов,

принятых в разных системах районирования, их неполное соответствие параметрам климата отражают сложность, неоднозначность ландшафта РБ. Разнородные горные породы, слагающие ее территорию, рельеф, сильно расчлененный реками, оврагами и балками, многовековое хозяйственное использование земель, особенно интенсивное и многообразное в последние десятилетия, - все это наложило отпечаток на современный облик растительности и ее динамику [Фильрозе и др., 1990].

Система ведения сельского хозяйства традиционно строилась в привязке к этим природно-экономическим зонам. Не являются исключением в этом отношении и ресурсы недревесной продукции леса. Развитие данных видов пользований лесом может быть эффективным только при комплексном районировании регионов республики, совмещением одновременно сельскохозяйственных и лесорастительных зон. В этой связи наиболее выгодным является лесорастительное районирование территории. Известный ученый-лесовод А.Е.Рябчинский [1961] выделил в Республике Башкортостан 14 лесорастительных округов и для каждого из них обосновал систему лесохозяйственных мероприятий, обеспечивающих рациональное ведение лесного хозяйства и способствующих существенному повышению продуктивности лесов. Однако, мы в своей работе будем придерживаться районирования учитывающего следующее положение: на территории Башкортостана выделяются три природные провинции: Предуралье, Южный Урал и Зауралье. В каждой провинции, в свою очередь, прослеживаются природные зоны: лесная, лесостепная и степная. В Предуральскую провинцию входят зоны: Северо-восточная лесостепь, Северная лесостепь, Предуральская лесостепь, Южная лесостепь и Белебеевская возвышенность. Южно-Уральская провинция представлена Горно-лесной зоной. К Зауралью относится Зауральская степная зона.

С учетом предложенного нами районирования рассматриваются и необходимость систематического изучения возможности рационального использования недревесных ресурсов леса РБ, а также выработка научно-методических рекомендаций, которые легли в основу нашей работы.

3.1. Пищевые ресурсы лесов Южного Урала

Обширную и разнородную по видовому составу и хозяйственному использованию группу составляют пищевые ресурсы лесов Республики Башкортостан: ведь дикорастущие плоды, ягоды, пряно-ароматические, овощные растения и грибы могут быть хорошим подспорьем в снабжении населения ценными продуктами питания и сырьем для пищевой промышленности [Кучеров и др., 2005].

Дикорастущие пищевые растения с древних времен были и продолжают оставаться неисчерпаемым источником пищевых продуктов и не раз выручали людей в трудные неурожайные годы. Но и теперь, когда нет недостатка в продуктах питания, они широко входят в пищевой рацион населения по причине обеспечения недостаточным количеством свежих продуктов растительного происхождения. К тому же многие виды дикорастущих пищевых растений содержат значительное количество биомассы с наличием таких важных для человека веществ, как белки, жиры, углеводы, витамины, и соответственно не только не уступают, но и превосходят по питательным и вкусовым качествам культурные растения или вообще не имеют аналогов. Это многие салатные, овощные, плодово-ягодные и орехоносные растения, грибы [Курлович, 2001; Перевертайло, 2001; Ботенков и др., 2003].

Дикорастущие пищевые растения распространены настолько широко, что встречаются буквально на каждом шагу и нередко в большом количестве. Их сбор можно производить с ранней весны и до поздней осени. Годятся они и для заготовки впрок. В зависимости от пищевой направленности растения, их можно сушить, солить, засахаривать, мариновать, замораживать. А при использовании приемов селекции и агротехники можно в несколько раз увеличить фитомассу и питательные свойства дикорастущих растений. Здесь открываются большие возможности для получения новых сортов. В настоящее время многие культурные растения истощены от бесконечного вегетативного размножения. Почти все сорта яблонь болеют паршой, вишни -

коккомикозом, смородины - антракнозом. крыжовники - мучнистой росой. Сегодня важен уже не только биохимический состав плодов, зелени. но и устойчивость сортов к резко изменяющимся экологическим условиям, ведущим к ослаблению растений. И. А. Рапапорт утверждает. что повысить адаптивность культурных растений гибридизация и другие селекционные подходы не способны, т. к. геном культурных растений несет крупную долю рецессивных генов. Чтобы не потерять главную цель селекции культурных растений - продуктивность, он предлагает гибридизацию адаптивных мутантов с исходными сортами. Из естественных популяций еще есть возможность выделить скрытые рецессивы, новые спонтанные мутации и генетические рекомбинации для создания совершенно устойчивых сортов, обладающих комплексом хозяйственных признаков. Идея адаптивного подхода - замена сортов-рекордсменов на сорта-труженники, которые способны давать умеренно высокие урожаи при низких затратах [Хисамов, 2010].

Флора Республики Башкортостан насчитывает свыше 1600 видов высших сосудистых растений, из них 140 видов растений можно отнести к разряду дикорастущих пищевых растений [Красная книга Башкирской АССР, 1987]. В зависимости от региона республики количественный состав флоры и, естественно, дикорастущих пищевых растений, заметно варьирует. Проведем краткий обзор количественного состава дикорастущих пищевых растений Башкортостана и их использованию.

3.2. Дикорастущие плодово-ягодные растения Южного Урала

Флора нашей республики богата дикорастущими плодово-ягодными растениями. Плоды и ягоды человек начал использовать с глубокой древности. Они поддерживали жизнедеятельность человека всегда, когда он испытывал потребность в витаминах. При употреблении плодов и ягод человек чувствовал прилив сил в своем организме. В лесах Башкортостана встречается около 30 видов дикорастущих плодово-ягодных растений.

Дикорастущие плоды и ягоды начали употребляться человеком в пищу значительно раньше, чем лекарственные растения в лечебных целях. Ягоды используются человеком в сыром, свежем виде, из них делают варенья, соки, желе и другие питательные продукты. Многие виды плодово-ягодных растений служат сырьем производства витаминных продуктов [Кощеев, 1981].

В нашей республике в промышленных масштабах проводят заготовки плодов шиповника майского, черемухи обыкновенной, рябины обыкновенной. Остальные виды собираются главным образом для личных нужд населения. Основным объектом заготовок являются плоды шиповника, а их потребителем – Уфимский витаминный завод. Начиная с 1957 года завод ежегодно перерабатывал от 172 до 396 т плодов шиповника. Из них на заводе получали препараты, содержащие несколько видов витаминов. Остальные виды плодов и ягод составляют всего около 5% от общего количества заготовляемых плодов и ягод [Абдулов, 1990].

Заводы пищевой промышленности остро нуждаются в плодах и ягодах. Так, Уфимскому ликероводочному заводу ежегодно требуется более 1,3 т свежих и 3 т сухих плодов вишни, 6,5 т сухих ягод клубники, 5 т клюквы, 5 т малины, 0,6 т ягод можжевельника, 7 т свежих и 5 т сухих плодов рябины, 3 т черной смородины, 1,5 т ягод черники. Такого количества сырья в республике не заготавливается, поэтому оно ввозится из других районов России. Внутри республики резко сократились и заготовки плодов ореха лещины [Зайнуллин и др., 2006].

Между тем при правильной заготовке плодов и ягод возможна заготовка их и в пределах нашей республики. Для снабжения заводов своим сырьем необходимо хорошо изучить запасы плодово-ягодных растений и организовать их заготовку.

По подсчетам специалистов, биологические запасы плодов и ягод в республике составляют около 12 тысяч тонн. Запасы плодов рябины в лесхозах составляют около 5 тысяч тонн, черемухи – 3,4 тыс. т, малины – 1 тыс. т, лещины – 0,8 т, шиповника – 0,5 т, смородины – 0,4 т, черники – 0,2 т,

брусники – 0,2 т, клубники и земляники – около 100 т, вишни – 44 т. Эти цифры предварительные, но и они показывают, что республика обладает богатыми запасами плодов и ягод, которые необходимо правильно использовать для снабжения населения витаминными продуктами [Кучеров и др., 2004].

Ниже рассмотрены пищевые достоинства и запасы важнейших источников плодово-ягодной продукции в Республике Башкортостан.

Брусника (*Vaccinium vitis-idaea* L.) Вечнозеленый полукустарник высотой до 30 см, с тонким длинным ползучим корневищем. В республике растет в хвойных и лиственных лесах, а также по склонам гор Большой Шатак, Иремель, Яман-тау, Сукташ и др. Она встречается в тех же местообитаниях, что и черника. Довольно значительные площади она занимает в сосновых лесах Дюртюлинского и Краснокамского районов, в районе высокогорий Южного Урала и в лесах Уфимского плато. На ровных местах, в изреженных древостоях урожайность выше (в среднем 1000 – 1200 кг на га), чем в густых лесах. Местами брусника на 1 $м^2$ образует до 200 плодоносящих побегов [Кучеров, Хисамов, 2005].

Листья брусники содержат до 9% гликозида арбутина, гидрохинон, урсуловую, винную, галловую, хинную и эллаговую кислоты; таннин, гиперозид (гиперин). В ягодах брусники содержится большое количество сахаров (до 10%), витамина С – 15 – 30 мг %, каротина – 0,1%, а также органических кислот: лимонной, яблочной, щавелевой, бензойной, уксусной, глиоксиловой, пировиноградной, оксипировиноградной и др. В семенах обнаружено до 30% жирного масла, содержащего линолевую и линоленовую кислоты. В свежем виде при измельчении листья выделяют фитонциды фенольного характера [Верещагин и др., 1959].

Брусника обладает мочегонным, вяжущим, противовоспалительным, седативным, противогнилостным и антисептическим свойствами. В виде отваров и чая листья брусники применяются при мочекаменной болезни, подагре и при циститах, как мочегонное и дезинфицирующее средство. Экстракт из листьев брусники обладает более сильными мочегонными

свойствами. Применяются при гастритах с пониженной кислотностью в свежем, моченом и маринованном виде, а также в виде брусничной воды. Ягоды брусники применяют при артритах обменного происхождения: ревматоидных, инфекционных неспецифических. Лечение более эффективно в начальных стадиях процесса. Бруснику используют в свежем виде по полстакана или стакану ягод в день. Свежие и высушенные ягоды – хорошее противодиарейное средство.

Брусничный чай и брусничную настойку в народе применяют при отложении солей, при подагре, артритах. Листья брусники входят в рецептуру специальных водок и настоев [Патент 2250251, 2005], например горькой настойки «Беркут» Уфимского ликероводочного завода [Патент 2044768, 1995], известны рецепты наливок на ягодах брусники. Сок ягод брусники сокращает на 30 – 40% время полного спиртового брожения даже при снижении концентрации сахаров [Tiberiu, Vasile, 1968].

Вишня кустарниковая или степная (*Cerasus fruticosa* Pall.) Вишня степная – это кустарник высотой до 1,5 м. Этот небольшой кустарник растет в республике в лесостепной зоне по опушкам леса и в степной – среди кустарников. Изредка вишня встречается и в горно-лесной зоне, где она занимает южные склоны. В Башкирии очень большое разнообразие форм вишни, которые отличаются друг от друга по сроку созревания, по величине плодов, по их форме и по вкусу. Вишня употреблялась в пищу первобытным человеком: ее косточки были найдены в свайных постройках Швейцарии, в Южной Германии и в других странах [Кучеров, Хисамов, 2005]. Плоды вишни едят в свежем виде, но основное их использование – для переработки. Вишневое варенье считается самым лучшим. Из вишни готовят компоты, кисели, настойки, наливки [Патент 2031105, 1995; Патент 2044768, 1995].

В 15 административных районах Башкирии массивы вишни составляли 1387,3 га с возможной урожайностью плодов 3439,6 т. Заросли вишни имеются в Бакалинском, Туймазинском, Шаранском районах. Большие заросли вишни отмечены в Стерлибашевском районе между д. Табуллы и с.

Карагушево. Этот участок степи с произрастанием вишни (более 40 га) был в 1965 году объявлен памятником природы. В последние годы заросли вишни сильно уменьшились, так как многие опушки леса были раскорчеваны [Кучеров и др., 1974]. С одного куста вишни собиралось до 226 штук плодов вишни. По данным Министерства лесного хозяйства запасы плодов вишни в лесхозах составляют 44 т [Кучеров, Хисамов, 2005].

В плодах вишни содержатся сахара (до 12,7%), сахароза (0,5%), органические кислоты, преимущественно яблочная и молочная (до 2,1%). Имеется небольшое количество дубильных и красящих веществ. В семенах найдено жирное масло (25 – 35%), амигдалин и эфирное масло. В коре содержатся дубильные и красящие вещества, гликозид фускофлобафен и руброфлобафен, лимонная кислота, в листьях – лимонная кислота, дубильные вещества, кверцетин, амигдалин, кумарин, камедин.

Плоды вишни обладают капилляроукрепляющим, противосклеротическим, мочегонным, отхаркивающим и противовоспалительным действиями. Вишневый сок губительно действует на возбудителей дизентерии и гноеродных инфекций – стафилококков и стрептококков.

Ягоды вишни рекомендуются для больных с катарами дыхательных путей, при воспалении легких, гастритах, анемии, улучшают аппетит, пищеварение, утоляют жажду, снимают тошноту и рвоту. Закрепляющие свойства сушеной вишни сильнее, чем свежей.

Водный настой из мякоти ягод используется как жаропонижающее средство при простудных заболеваниях, а также для улучшения аппетита. Такой же настой плодов рекомендуется для устранения брожения в кишечнике и как слабительное. Настой из листьев в смеси с молоком помогает при желтухе. Отвар из корней используется как противопоносное средство, а отвар из плодоножек и плодов – для лечения ревматизма. Болгарские травники применяют отвар вишни при психических заболеваниях и эпилепсии. Листья и ветки горной вишни входят в рецептуры горьких

настоек и бальзамов «Эней», «Беркут» и др. [Патент 2031105, 1995; Патент 2044768, 1995]. Из плодов вишни готовят ликеры, настойки и вино.

Голубика (*Vaccinium uliginosum* L.) Ветвистый многолетний кустарник из семейства брусничных, высотой до 50 – 90 см. Ягоды овальные, голубовато-синие, с сизым налетом. Цветет в мае – июне, ягоды созревают в июле – августе. Растет по сырым хвойным лесам, верховым и переходным болотам, часто в высокогорной тундре. Встречается в моховой тундре на хребтах Иремель, Машак, Зигальга и на сфагновых болотах на северо-востоке республики (Салаватский район). Больших площадей не образует, поэтому собирается очень редко. В нашей республике производственного значения не имеет. Ее надо охранять, организовывать ботанические памятники природы. Растение занесено в «Красную книгу Башкирской АССР» [Красная книга Башкирской АССР, 1987].

Ягоды содержат: флавоноиды, сахара – около 8%, органические кислоты (лимонную, бензойную и др.), пектиновые, дубильные и красящие вещества, аскорбиновую кислоту, каротин. В листьях найдены флавоноиды, дубильные вещества [Верещагин и др., 1959].

Препараты из голубики обладают желчегонным, мочегонным, противовоспалительным, противоатеро-склеротическим, противоцинготным и противодизентерийным свойствами. В составе ягод содержатся белки, углеводы, калий, кальций, магний, фосфор, железо, до 110 мг % витамина С, до 550 мг вещества Р-витаминного действия, около 0,5 мг пектиновых веществ (на 100 г).

Из ягод голубики варят варенье, делают компоты, кисели, соки, отвары, пастилу, пюре и др.

Ежевика сизая (*Rubus caesius* L.) Полукустарник, как и малина. В республике ежевика широко распространена по берегам рек и озер. Ягоды сочные, сладкие, приятного вкуса, ароматные. В плодах содержатся сахара, аскорбиновая кислота, каротин, витамины группы В, Е, органические кислоты, соли меди, марганца, калия. Из ягод делают сок, компоты, варенье, джем, мармелад, различные напитки.

Ежевика сизая часто образует сплошные заросли. Так, на площади в 100 м^2 было учтено 26 побегов ежевики на берегу реки Белой у деревни Махмутово в Учалинском районе. К сожалению, не имеется данных о запасах плодов ежевики в республике. Она используется населением для собственных нужд, для промышленности не заготавливается.

В листьях содержатся дубильные вещества (до 14%), органические кислоты, флавоноиды, антоциан хризантемин [Скорикова, Шафтау, 1965] и инозит. Ягоды содержат до 10% сахаров (глюкозу, фруктозу), органические кислоты (лимонную, яблочную, щавелевую и др.), пектиновые вещества, каротин, витамины группы В, С, Е, дубильные вещества, соли калия, меди и марганца. Аромат ежевики в значительной степени обусловлен содержанием в ягодах 2-гептанола, эвгенола и метилсалицилата, в ежевике их содержание выше, чем малине [Broderrick, 1975]. Флавоноиды листьев ежевики обладают антиоксидантными свойствами и могут предохранять биологически активные вещества от окисления [Никитина и др., 2000].

Препараты ежевики обладают противо-оспалительным, ранозаживляющим, отхаркивающим, противогнилостным, противокашлевым, бактерицидным, потогонным, мочегонным и успокаивающим свойствами.

Внутрь принимают для лечения неврозов у женщин, находящихся в климактерическом периоде, при поносах, гастритах, желудочных и кишечных кровотечениях, как дополнительное средство при лечении дизентерии и пищевых отравлений, иногда при язвенной болезни желудка и двенадцатиперстной кишки, заболеваниях верхних дыхательных путей, наружно для полоскания рта и горла при кровоточивости десен, ангинах, воспалении глотки, для спринцеваний при обильных менструациях, для примочек при хронических язвах, свежих и гнойных ранах, экземах, лишаях.

Свежие ягоды и настой из сухих ягод утоляют жажду, обладают жаропонижающим свойством, их рекомендуют при острых респираторных заболеваниях, при пневмонии. Отвары и настои из сухих ягод обладают потогонным и мочегонным действием. Свежие ягоды являются легким

слабительным, а незрелые ягоды закрепляют. Свежие плоды и чай из них в народной медицине употребляют как общеукрепляющее и успокаивающее средство, особенно в период климакса. Ягоды ежевики входят в рецептуры крепкоалкогольных бальзамов, настоек и ликеров [Иванов, 1994].

Жимолость алтайская (*Lonicera altaica* Pall. ex DC.) Невысокий кустарник высотой до 1,5 м.. Плоды – крупные овальные, съедобные, приятного кисло-сладкого вкуса, напоминают вкус голубики. Цветет в июне, плоды созревают в июне – августе неравномерно. Этот кустарник растет по смешанным лесам, по их опушкам, на горных каменистых склонах. Отмечена на горе Иремель. Соплодия жимолости окрашены в черно-синий цвет. У жимолости татарской и обыкновенной плоды красные, желтые или оранжевые. Съедобна только жимолость алтайская, у других видов плоды не едят. В плодах содержится до 40 мг % витамина С, более 700 мг % антоцианов. У нас в республике она не имеет широкого распространения, поэтому почти не используется в пищу [Вигоров, 1964].

Ягоды содержат флавоновые, пектиновые и дубильные вещества, антоциан (темно-красное красящее вещество), органические кислоты (до 3%), сахара (глюкоза, галактоза), витамин Р, значительное количество аскорбиновой кислоты, фенолы.

Препараты жимолости обладают вяжущим, мочегонным, капилляроукрепляющим, противовоспалительным и противосклеротическим свойствами. Отвар ветвей и коры пьют от водянки. Свежие ягоды рекомендуют при гипертонии, других сердечно-сосудистых заболеваниях, малярии, расстройствах желудочно-кишечного тракта и малокровии. Ягоды жимолости идут на приготовление варенья, вина, а также являются прекрасным пищевым красителем [Егоров, 1969; Гидзюк, 1988: Азин, Аникина, 1988].

Земляника лесная (*Fragaria vesca* L.) Многолетнее травянистое растение. Растет, в основном, в смешанных лесах, особенно много ее в лесах горно-лесной зоны и на северо-востоке республики. Созревает она раньше, чем клубника. Ягоды очень ароматные. Особенно много ее в лесах

Бурзянского, Белорецкого, Дуванского, Караидельского, Салаватского районов. На северо-востоке республики отмечено на 1 $м^2$ от 89 до 182 растений. Земляника является лекарственным растением.

В плодах содержится аскорбиновая кислота – 20 – 50%, каротин – 0,3 – 0,5 мг %, следы витамина В, сахара (10 – 15%), яблочная и салициловая кислоты, небольшое количество дубильных веществ, пектиновые вещества – 1,5%, антоциановые соединения: трипалантозид пелларгонидина и тригликозид цианидина. В листьях содержатся аскорбиновая кислота – 250 – 280 мг %, что даже больше чем в плодах, и следы алкалоидов [Вигоров, 1972].

Ягоды земляники обладают общеукрепляющим, противовоспалительным, антисептическим, желчегонным, мочегонным, противоцинготным, гипогликемическим и слабительным свойствами. Улучшают процессы кроветворения и обмен веществ, способствуют выведению из организма холестерина. Листья обладают гипотензивным, кровоостанавливающим, противовоспалительным, вяжущим, антимикробным, дезодорирующим, отбеливающим, раноза-ивляющим свойствами. Плоды используют в свежем виде. Из них варят варенье, кисели и компоты. Листья заваривают и пьют как чай.

Калина обыкновенная (*Viburnum opulus* L.). Это кустарник или небольшое дерево высотой до 4 м. Растет по берегам рек, озер, болот, в лесах и на опушках, на заливных лугах. Калина известна как плодово-ягодное растение. Установлено, что в фертильных обоеполых цветках содержание сахаров (нектара) больше (0,6159 мг в одном цветке), чем в краевых бесполых цветках (0,4021 мг в одном цветке). Изменяется и процентное соотношение сахаров: в краевых цветках было больше сахарозы, а в срединных – глюкозидов [Кучеров, 2004].

В республике калина встречается во всех районах. Много ее в Предуралье по берегам рек Белая, Уфа, Дема. Отмечена калина на северо-востоке (Дуванский, Караидельский, Салаватский районы). Так, по данным Г.К. Байкова в поймах рек на северо-востоке произрастает до 4 кустов на 100

м^2, с одной ветки собирали до 70 г свежих плодов [Байков, 1961]. Много зарослей калины по берегам рек Кама, Белая, Быстрый Танып на северо-западе, довольно часто она встречается в районе западных предгорий Южного Урала (Гафурийский, Архангельский, Ишимбайский). В горно-лесных районах калина встречается реже, чем в равнинном Предуралье [Байков, 1974].

По данным Министерства лесного хозяйства РБ, в Салаватском районе имеется до 0,8 тыс. га, занятых калиной.

В коре калины содержатся гликозид вибурнин, дубильные вещества пирокатехиновой группы (около 2%), а также до 6,5% смолы, в состав омыляемой части которой входят органические кислоты: муравьиная, уксусная, изовалериановая, каприновая, каприловая, масляная, линолевая, церетиновая, пальмитиновая, в состав неомыляемой – фитостеролин, фитостерин, тритерпеновые сапонины (около 6%). Содержит иридоидные гликозиды (опулусиридоид, ацетилопулусиридоид), хлорогеновую, неохлорогеновую, кофейную, урсоловую и олеаноловую кислоты, соли валериановой и каприловой кислот, витамины, сахара.

Плоды содержат до 32% инвертного сахара, дубильные вещества (до 3%), пектиновые вещества, эфирное масло, фитостерины, аминокислоты, танниды (3%), провитамин А, витамины Р, К, изовалериановую, уксусную и аскорбиновую кислоты. В семенах содержится до 21% жирного масла. Калина выделяет много фитонцидов, убивающих болезнетворные организмы.

Плоды калины усиливают работу сердца, оказывают вяжущее, антисептическое, кровоостанавливающее, желчегонное, мочегонное действие, понижают кровяное давление, ускоряют заживление ран, язв, останавливают кровотечения при язвенной болезни желудка и двенадцатиперстной кишки.

Кора калины улучшает функции желудка, кишечника, понижает кровяное давление, оказывает спазмолитическое, успокаивающее, кровоостанавливающее, противовоспалительное, антисептическое действие, тонизирует, повышает трудоспособность. Кора калины усиливает также

тонус мускулатуры матки и оказывает сосудосуживающее действие, связанное с гликозидом вибурнином, находящимся в коре растения. Ягоды, настоянные на горячем меде в течение 6 – 7 часов, используют при бронхите, воспалении легких и при заболевании печени. Препараты из ягод понижают кровяное давление.

Плоды калины назначают как общеукрепляющее средство, в особенности для выздоравливающих больных, реже их применяют при кожных заболеваниях, отеках сердечного и почечного происхождения, при гипертонической болезни, гастритах, и заболеваниях печени.

Препараты коры калины применяют в качестве кровоостанавливающего средства в послеродовом периоде, при маточных кровотечениях на почве гинекологических заболеваний, при болезненных и обильных менструациях. Цветки и плоды используют для лечения гипертонии, одышки, склероза, туберкулеза легких, злокачественных опухолей, болезней почек. Масло калины стимулирует репаративную регенерацию тканей [Зарудий и др., 1991]. Отвар из корней помогает от бессонницы. Для Уфимского подсобного предприятия ежегодно заготавливают до 150 тонн свежих плодов. Из ягод калины они готовят консервы: калина протертая с сахаром, калина с медом, калиновый сок и калина в сахарной пудре [Биглов, 1988; Савельев, Харузина, 1985]. Ягоды калины, обладающие приятной горечью и суммой полезных свойств, представляет интерес в качестве основы горьких настоек, особых водок и бальзамов.

Клюква мелкоплодная (*Oxycoccus microcarpus* Turz. ex Rupr.) и клюква болотная (*O. palustris* Pers.) Вечнозеленый кустарник с мелкими кожистыми листьями, поникшими розовыми цветками и шаровидными ягодами. Оба вида клюквы растут на болотах, которые встречаются во многих районах республики. Оба вида занесены в «Красную книгу» Республики Башкортостан (1987). В Башкирии все ее местообитания должны быть охраняемыми. Плодоперерабатывающие предприятия Министерства лесного

хозяйства для приготовления продуктов с клюквой, ежегодно привозят ее плоды из более северных районов России.

Ягоды содержат гликозид вакцинин, флавоноиды, органические кислоты: лимонную (12,8%), бензойную, оксоглутаровую, хинную; сахара (глюкозу, фруктозу) от 3 до 6%, пектиновые и красящие вещества, витамин С (10 – 22 мг %), азотистые и дубильные вещества, фитонциды, железо, марганец, йод, серебро, барий, свинец. Кроме того, они богаты калием и железом. Из специфических действующих веществ ягоды содержат гликозид вакцинин (6-бензоилглюкоза), тритерпеновые кислоты – урсоловую, олеаноловую.

По содержанию биологически активных веществ и минеральных солей клюква – одна из самых полезных дикорастущих ягод.

Ягоды оказывают противовоспалительное, жаропонижающее, антибактериальное, общеукрепляющее, ранозаживляющее, освежающее, тонизирующее действие, повышают эластичность, прочность стенок кровеносных капилляров, улучшают аппетит, усвоение пищи, выделение желудочного сока и сока поджелудочной железы, стимулирует деятельность кишечника. Клюква понижает содержание протромбина в крови.

О пользе клюквы на Руси знали давно. О ней упоминал «Домострой» еще в XVI в. Сок клюквы слыл «особливым лекарством от кашля», считался хорошим средством от цинги, им смазывали мокнущие раны и язвы.

Ягоды широко применяют при гастритах с пониженной кислотностью желудочного сока, колитах, воспалении поджелудочной железы, ожирении, при назначении бессолевой диеты. Они усиливают действие антибиотиков и других лекарств при циститах, нефритах, гинекологических воспалительных заболеваниях, предохраняют от образования камней в почках. Ягоды с листьями улучшают обмен веществ, уменьшают головные боли, изжогу. Ягоды клюквы широко используются в пищу: готовят варенье, соки, морсы, кисели. Клюква традиционно являлась основой многих алкогольных напитков, таких как, например «Клюква на коньяке» и других [Патент 2109047, 1998; Патент 2041933, 1995].

Лещина обыкновенная (*Corylus avellana* L.) Это однодомный, раздельнополый кустарник, растущий по опушкам лесов. В Башкирии она распространена, в основном, в западных лесостепных районах. Только по 18 лесхозам республики учтено 98592 га лещинников. Кроме этих 18 лесхозов ее произрастание отмечено в Архангельском, Гафурийском, Дуванском лесхозах. На открытых местах, на вырубках кусты лещины состоят из 25 – 35 стволиков. Урожай орехов лещины, растущей под пологом леса, составляет до 150 г с куста, а на открытых местах урожай доходит до 1,5 – 2,3 кг с куста. Орехи лещины вкусны и питательны.

Ветви и листья содержат дубильные вещества, флавоноиды, эфирное масло, тритерпеноиды, витамин С, каротин, антоцианы и пальмитиновую кислоту. В плодах найдены белковые вещества (14,4 – 18,4%), в т.ч. специфический для лещины белок – корелин, углеводы, сахара, азот (2,2 – 2,6%), каротин, витамины В1, В3, Е, РР и большое количество масла (62,1 – 71,6%), в составе которого имеются насыщенные и ненасыщенные жирные кислоты: олеиновая, линолевая, миристиновая, пальмитиновая, стеариновая.

Препараты лещины оказывают вяжущее, противодизентерийное, сосудосуживающее, жаропонижающее и противовоспалительное действие, они увеличивают отделение молока у кормящих женщин и укрепляют стенки кровеносных сосудов. Масло ореха обладает послабляющим и желчегонным действиями. Сочетание трех факторов: увеличения желчеотделения, ускорения передвижения пищевой массы и усиленного связывания холестерина в кишечнике ненасыщенными жирными кислотами – создает наиболее естественные физиологические условия для выведения холестерина из организма.

Применяют внутрь при простудных заболеваниях, варикозном расширении вен, трофических язвах голени, кровотечении из мелких капиллярных сосудов, для лечения кишечных заболеваний, мало-ровия, авитаминоза, рахита, колитов, мочекаменной болезни, ревматизма. При увеличении предстательной железы готовят отвар из растертого ореха,

коры и листьев лещины. Применяют на ночь в виде микроклизмы. Порошок из высушенной плюски или отвар из скорлупы используют при колитах, орехи – при мочекаменной болезни, а в сочетании с медом – при ревматизме, малокровии и как общеукрепляющее средство. Ненасыщенные жирные кислоты, входящие в состав плодов повышают содержание фосфолипидов крови. Орехи лещины находят широкое применение в пищевой промышленности. Ядра орехов лещины могут стать доступной альтернативой кедрового ореха при производстве бальзамов и настоек.

Малина обыкновенная (*Rubus idaeus* L.) Малина представляет собой кустарник, высотой до 1,5 м. Встречается гораздо чаще, чем смородина черная и красная. В республике малина растет на вырубках в хвойных и смешанных лесах, по берегам рек. Встречается во всех природных зонах, иногда образует большие заросли. Учет встречаемости малины в районах северо-востока и в горно-лесной зоне показал, что под пологом леса на 1 м^2 насчитывалось от 3 до 8 побегов, а на вырубках – от 14 до 26 побегов. Она заходит даже в гольцовый пояс гор Южного Урала. В районе западных предгорий Южного Урала с одного побега собирали 90 плодов общим весом 97 г. Сплошные заросли малины на вырубках только в одном Гафурийском районе составляют более 2 тыс. га. По данным Министерства лесного хозяйства запасы плодов малины в лесхозах составляют 1057 т. В Тирлянском лесхозе площадь малины составляет около 5 тыс. га, с которой можно собрать до 6 т плодов. В Красноключевском лесхозе за один раз можно собрать 130 – 140 кг с 1 га. В Макаровском лесхозе можно собрать 2,7 т плодов малины. За 1,5 – 2 часа сбора плодов на вырубках удавалось собирать 8 – 10 кг малины. Исследования показали, что в районе Белебеевской возвышенности и в Прибельской увалисто-волнистой равнине Башкирского Предуралья обнаружен запас сухих плодов в 24,1 т. В Миякинском районе на вырубках, в поймах рек обнаружено 101 га зарослей малины.

Урожай плодов малины зависит от длины побега. Так, на стебле длиной 80 см было собрано 24 плода, а на стебле длиной 110 см – 42 плода.

Плоды заготавливаются Башпотребсоюзом. Например, за 5 лет всего было заготовлено 753 кг, сухих плодов 151 кг ежегодно [Кучеров, Хисамов, 2005].

Плоды содержат: витамины (аскорбиновую кислоту, витамины В1, В2, В, РР, Е, каротин); сахара (глюкозу – до 4,3%, фруктозу – до 8%, сахарозу – до 6,5%, декстрозу); органические кислоты (лимонную, яблочную, салициловую, винную, муравьиную, капроновую); спирты (винный, изоамиловый, фенилэтиловый). Кроме того, эфирное масло, флавоноиды (катехины, антоцианы), дубильные (до 0,3%), пектиновые, слизистые, белковые вещества; фитостерины (ситостерин, стигмастерин), дигликозид цианидина; бензальдегид; красящее вещество, пектин, антисклеротические вещества, соли калия, меди и другие микроэлементы. В семенах найдены жирные масла (до 15%), фитостерины (около 0,7%). В высушенных плодах имеются белки, пурин, углеводы.

Препараты из малины улучшают функцию желудка, кишечника, оказывают антисептическое, болеутоляющее, жаропонижающее, отхаркивающее, противовоспалительное, противорвотное и восстанавливающее обмен веществ действие.

Малина является одновременно лекарственным средством и пищевым продуктом. Плоды обладают высокими вкусовыми качествами. Используются в пищу и в сухом виде в медицине, как жаропонижающее средство. Из ягод делают кисели, компоты, желе, соки и разнообразные кондитерские изделия. Ее употребляют в свежем, сухом и в замороженном виде. Полезные вещества малины лучше сохраняются в замороженных ягодах. Замороженную малину опускают на 2 мин в теплую воду, после чего она пригодна к употреблению.

В народной медицине используют ягоды, цветки и листья малины. Малина входит в состав потогонных, витаминных, противовоспалительных, противокашлевых сборов. Она полезна как профилактическое и лечебное средство при нарушениях обмена веществ, в частности при D-витаминозе. Малину применяют для улучшения аппетита при заболеваниях желудка и кишечника. Настой листа малины положительно воздействует на женскую

половую сферу (предменструальный синдром, тошнота при беременности, предупреждает выкидыш, увеличивает лактацию у кормящих матерей, снимает послеродовые боли). Ягоды малины входят в рецептуры многочисленных бальзамов, настоек и на их основе готовят плодово-ягодное вино. Листья малины содержат флавоноиды, обладающие выраженным антиоксидантным действием, что может быть одной из причин, объясняющей использования листьев малины в составе бальзамов и настоев [Никитина и др., 2000].

Можжевельник обыкновенный (*Juniperus communis* L.) Вечнозеленый кустарник, двудомный. Растет по лесным опушкам на песчаных и щебнистых почвах в сосновых, сосново-лиственничных лесах. Встречается можжевельник по каменистым россыпям, по скалам, на альпийских лугах и тундрах в Белорецком, Бурзянском, Дуванском, Зианчуринском, Кугарчинском, Учалинском и в других районах. Часто он встречается в Башкирском заповеднике, на горах Б.Шатак, Иремель, Яман-тау, по опушкам лесов около села Узян в Белорецком районе. Плоды – шишкоягоды съедобны. В свежем виде не употребляются.

Ягоды содержат эфирное масло, сахара, смолы, красящие вещества, жирное масло, органические кислоты – яблочную, муравьиную и уксусную, дубильные вещества и микроэлементы (марганец, железо, медь и алюминий).

Эфирное масло, состоящее в основном из кадинена, камфена и др., содержится во всех органах растения: в плодах – 0,5 – 2%, в стеблях – 0,25%, хвое – 0,18%, коре – 0,5% [Мамбетсадыков и др., 1990] Помимо этого, в плодах содержится до 40% инвертного сахара, около 9,5% смол. Кора содержит до 8% дубильных веществ; хвоя – 266 мг % аскорбиновой кислоты. Плоды можжевельника обладают мочегонным, желчегонным, отхаркивающим, дезинфицирующим и улучшающим пищеварение свойствами. ЛД50 эфирного масла на белых мышах составляет 750 мг/кг при пероральном введении [Мамбетсадыков и др., 1990]. Приятный запах можжевельника обладает сильным репеллентным (отпугивающим

насекомых) действием. Было установлено, что летучие вещества можжевельника убивают до 30% содержащихся в воздухе микроорганизмов.

Применяют при отеках как мочегонное средство, а также при заболеваниях почек и мочевыводящих путей в качестве дезинфицирующего средства, иногда с ацетатом калия. Настой ягод применяют при сердечных отеках, заболеваниях легких, сопровождающихся обильной гнойной мокротой, вялости желудочно-кишечного тракта, вздутии живота, цистите и желчекаменной болезни. Настой можно использовать для полоскания полости рта и глотки и для ингаляции верхних дыхательных путей, в виде ванн при ревматизме и подагре, при кожных болезнях и заболеваниях периферической нервной системы. Отвар ягод и веток пьют при отсутствии менструаций, отвар веток применяют при диатезе. В народной медицине шишкоягоды можжевельника используют при женских болезнях, лихорадке.

Эфирное масло из можжевельника используют для растираний при ревматизме, параличе, подагре, невралгии, полиартрите, для лечения трихомонадных кольпитов.

Отвар используется для приготовления ванн и компрессов, применяемых при ревматическом и подагрическом поражении суставов, а также для укрепления волос и избавления от плешивости.

Помимо плодов лечебными свойствами обладают и ветви можжевельника. Они освежают воздух, уничтожают микробов, помогают при суставных заболеваниях в качестве ванн. Шишкоягоды можжевельника применяются в производстве крепко-алкогольных напитков (бальзамов, настоек, джина) и пива.

Морошка (*Rubus chamaemorus* L.) Двудомное травянистое растение. Плоды при созревании имеют красноватый цвет, а созревшие – желтый или красный. В нашей республике морошка встречается очень редко на торфяных болотах и в моховой горной тундре. Обнаружена на горе Яман-тау на Журавлевом болоте, Еракташском, на горе Иремель, а также на Лагеревском болоте в Салаватском районе.

Внесена в «Красную книгу» Республики Башкортостан. Все места ее произрастания должны быть объявлены памятниками природы.

В плодах морошки содержатся 83,3% воды, 0,8% белков, от 3 до 7% сахаров, от 30 до 200 мг % аскорбиновой кислоты, 0,5 – 2% пектиновых веществ, 3,8% клетчатки, до 1,3% органических кислот (лимонная – до 0,8%, яблочная, салициловая), 7,0% каротиноидов, дубильные вещества, фитонциды, 94 мг % лейкоцианов, 175 мг % лейкоантоцианов. Кроме того, в 100 г продукта содержится 15 мг магния, 0,35 мг кальция, 0,2 – 4 мг железа, 0,28 мг алюминия, до 114 мг фосфора и 0,05 г кремния.

Корни и листья используются в качестве мочегонного средства. Настой из листьев – в качестве противовоспалительного, кровоостанавливающего, кровоочистительного и ранозаживляющего средства. Ягоды обладают потогонным, мочегонным, противоцинготным свойствами. Сок плодов обладает сильным бактерицидным свойством. Из спелых ягод морошки готовят компоты, варенья, маринады, соки, пюре, повидло и наливки [Егоров, 1969].

Рябина обыкновенная (*Sorbus aucuparia* L.) Это дерево, так же как и черемуха обыкновенная в республике широко распространена. Было замечено, что рябина лучше плодоносит на опушках леса, на более открытых местах. Так, в пойме реки Инзер в щитках рябин, растущих на открытых местах, насчитывали по 48 – 80 плодов, а в щитках растущих под пологом леса – не более 30 плодов [Байков, Филиппов, 1976]. В очень урожайные годы с одного дерева средней величины собирали до 30 кг свежих плодов. По данным Министерства лесного хозяйства запасы плодов рябины в лесхозах составляют 4945 т в воздушно-сухом виде. В Салаватском лесхозе, например, рябиной занято 32,8 тыс. га. По подсчетам работников лесхоза ежегодно можно заготавливать с этой площади не менее 1000 т плодов. В Макаровском лесхозе с площадей занятых рябиной можно заготавливать до 30 т плодов.

К сожалению, несмотря на большие запасы плодов рябины, она заготавливается сравнительно в небольших количествах. Так, в период с 1953

по 1965 годы ежегодно заготавливали от 50 до 1400 кг плодов. В период с 1978 по 1982 годы заготавливали в среднем 7,5 т сухих плодов ежегодно, а в 1983 – 1987 годах заготовки плодов несколько увеличивались – до 15,1 т в год. Эти плоды использовались, в основном, аптечной сетью [Колмакова, 2004].

С 1996 года плоды рябины стали заготавливаться лесхозами, где Министерством лесного хозяйства были организованы плодоперерабатывающие цеха. В этих цехах начали готовить плоды рябины, протертые с сахаром; яблоки с рябиной, также протертые с сахаром. Очень много плодов собиралось в Авзянском лесничестве, в горном редколесье хребта Большой Шатак. Для сохранения рябины часть площади на горе Большой Шатак было предложено выделить в заказник.

За 11 лет наблюдений за плодоношением рябины в районе западных предгорий Южного Урала (Ишимбайский район) пять лет (1971 – 1981) отмечался очень высокий урожай. После суровой зимы 1978 – 1979 годов хороший урожай рябины был только на отдельных деревьях. В 1997 году был проведен детальный учет урожая плодов рябины в г. Уфе на 25 деревьях. Учет показал, что в одной щитовке рябины было от 40 до 95 штук плодов (в среднем около 60 шт.). Вес плодов в сыром виде тоже колеблется в пределах от 16,15 до 49,39 г с одной щитовки. Урожай плодов с одного дерева колеблется от 9 до 89,6 кг свежих плодов. Средний урожай был равным 42,2 кг с одного дерева. Особенно сильный урожай плодов рябины был в 1994 году, когда ветки с плодами сильно свешивались, а некоторые даже ломались от тяжести плодов [Кучеров. 2004].

Плоды рябины содержат криптоксантин, различные сахара: глюкозу – до 3,8%, фруктозу – до 4,3%, сахарозу – 0,7%, сорбозу, кислоты: яблочную – до 2,8%, фолиевую, винную и лимонную; цианинхлорид, незначительное количество дубильных веществ (0,3%), эфирное масло, антибактериальные вещества, следы синильной кислоты, микроэлементы (марганец, железо, алюминий). В плодах рябины обнаружены витамины: Р (кверцетин, изокверцетин, рутин) – 2600 мг %, каротиноиды – 27 мг %, токоферол – 4,4 мг

%, рибофлавин – 8 мг %, антоцианы (в том числе цианидин) – 795 мг %, дубильные вещества – 610 мг %, фосфолипиды (кефалин, лецитин) – 70,4 мг/ %, пектиновые вещества – 2%. Содержится также шестиатомный спирт сорбит (25,3%) и парасорбиновая кислота. В ягодах содержится значительное количество витамина С и провитамина А (каротина), которого в рябине больше, чем в моркови. Семена рябины содержат до 22% масла. В листьях обнаружены фитонциды, аскорбиновая кислота, микроэлементы, в семенах – жирное масло, пригодное для пищи, гликозид, в коре – дубильные вещества.

Важным химическим компонентом ягод рябины являются пектины, способные к желеобразованию в присутствии сахаров и органических кислот. Пектины препятствуют избыточному брожению углеводов, что проявляется подавлением газообразования в кишечнике. Парасорбиновая и сорбиновая кислоты рябины тормозят рост микроорганизмов и плесневых грибов. Их применяют в качестве консервантов пищевых продуктов и для очищения воды.

В народной медицине используют плоды, цветы, листья рябины обыкновенной. Они обладают желчегонным и мочегонным свойствами, а также противовоспалительным, кровоостанавливающим, капилляроукрепляющим, витаминным, легким слабительным, потогонным действием, понижают кровяное давление, повышают свертываемость крови, применяются как средство, понижающее содержание жира в печени и холестерина в крови. Это свойство рябины используют при лечении атеросклероза.

Содержащиеся в ягодах рябины вещества повышают устойчивость организма к кислородному голоданию. При угаре пострадавшему дают жевать ягоды рябины. Рябина укрепляет организм, способствует налаживанию обмена веществ, при помощи препаратов рябины лечат головные боли. Благодаря содержанию в рябине биологически активных веществ ее используют в борьбе с раком. С помощью отвара цветков рябины лечат зоб.

Ягоды рябины применяют в свежем и сушеном виде в качестве лечебного и профилактического средства при состояниях, сопровождающихся витаминной недостаточностью. Сухие и свежие ягоды рябины используют как витаминное средство в сочетании с крапивой и шиповником.

Плоды используются в медицине как средство при цинге и других авитаминозах. Широкое применение плоды находят в ликероводочной промышленности. Из ягод вырабатывают варенье, кисели, желе, квас, повидло и др. Большой популярностью пользуется настойка «Рябина на коньяке», справедливости ради следует отметить, что наряду с обыкновенной рябиной в изготовлении этого как впрочем, и некоторых других напитков, используются и плоды черноплодной рябины [Патент 2041934, 1995; Заявка 93013454/13, 1996; Заявка 95114306/13, 1997; Заявка 93013455/13, 1996]. Молодые побеги рябины применяются для придания водке миндального аромата [Иванов, 1994].

Необходимо более детальное изучение запасов плодов рябины, чтобы полнее использовать ресурсы плодов этого ценного вида растения.

Смородина черная (*Ribes nigrum* L.). Кустарник высотой 1 – 2 м.. В дикорастущих зарослях растет по берегам рек, озер, ручьев, во влажных лесах. Урожайность дикой смородины очень низкая: с одного куста собирают всего около 80 г ягод. Иногда бывают урожаи, достигающие 850 г с куста. Смородина обладает высокой полиморфностью. Часто встречаются крупноплодные формы.

Наибольшие площади смородины черной встречаются в Предуралье. По данным Министерства лесного хозяйства РБ запасы плодов смородины черной в лесхозах составляют 408 т ежегодно. В Тирлянском лесхозе имеется возможность собирать до 4,5 т плодов смородины. Имеющиеся заросли смородины необходимо превращать в лесосады. Промыслового значения смородина на территории не имеет, ее плоды население заготавливает для своих нужд, хотя и в дикорастущих зарослях можно собирать в среднем до 750 г с одного куста.

Ягоды смородины содержат витамины С – до 400 мг %, А – 0,06 мг %, Р – 1,2 – 1,5%, каротин – 0,7 мг %, различные сахара – от 4,5 до 16,8% (в основном глюкозу, фруктозу); органические кислоты – 2,5 – 4,5% (лимонная, яблочная), белки – 1%, пектиновые вещества – 0,2 – 0,8%, дубильные – 0,39 – 0,43%, антоциановые вещества (цианидин, дельфинидин) и флавоноловые гликозиды (производные кверцетина, кемпферола и мирицетина), эфирные масла. Содержание гликозидных флавонолов и антоцианов увеличивается по мере созревания плодов и достигает максимума при полном созревании. Минеральный состав ягод (в мг %): натрий – 32, калий – 372, кальций – 36, магний – 35, фосфор – 33, железо – 1,3. Содержание аскорбиновой кислоты в других частях растения также очень высокое: в листьях (после сбора ягод) – до 470 мг %, в почках – до 175 мг %, в бутонах до 450 мг %, в цветках до 270 мг %.

Смородина обладает потогонным, мочегонным и закрепляющим свойствами; листья, почки и плоды черной смородины оказывают дезинфицирующее действие, связанное с эфирными маслами. Препараты из листьев и плодов черной смородины активны в отношении дизентерийной палочки. Ранней весной листья могут служить источником витаминов. Почки при необходимости используют как дезинфицирующее и витаминное средство даже зимой.

В народной медицине свежие и сухие ягоды рекомендуются при желудочно-кишечных заболеваниях (язвенной болезни желудка и двенадцатиперстной кишки, гастритах с пониженной кислотностью и др.), при нарушении ритма сердечной деятельности. Вместо ягод можно пить сок – в особенности маленьким детям.

Высушенные листья могут быть заменителем чая, такой напиток обладает потогонным и мочегонным действием. Кроме того, листья черной смородины активны в отношении дизентерийной палочки и могут применяться в качестве вспомогательного средства, повышающего эффективность антибиотиков. Ягоды смородины проявляют иммуностимулирующую активность [Шумов, Щелокова, 1993]. Листья

смородины применяют также в составе витаминных сборов с листьями малины, брусники и плодами шиповника. Ягоды черной смородины, содержащие органические кислоты и пектиновые вещества, в качестве дополнительного средства используют для лечения ахилических гастритов, холециститов, кишечных дисбактериозов с выраженными гнилостными процессами в кишечнике.

Черная смородина используется для лечения и профилактики цинги и в комплексе лечебных мероприятий при различных заболеваниях, связанных с кровоточивостью. 15 – 20 г ягод смородины обеспечивают суточную потребность организма в аскорбиновой кислоте, содержание которой меняется в зависимости от многих факторов: степени зрелости, фазы развития растения, сорта. В засуху содержание аскорбиновой кислоты в ягодах снижается на 20 – 30%, в дождливое и холодное лето увеличивается. В северных областях смородина содержит больше аскорбиновой кислоты.

Черная смородина почти не содержит ферментов, разрушающих аскорбиновую кислоту, поэтому она хорошо сохраняется и в замороженных ягодах. В ликероводочной промышленности находят применение не только ягоды черной смородины, но и ее листья, которые используют для придания своеобразного аромата особым водкам и настоям [Патент 2044768, 1995; Патент 2086633, 1997].

Солодка уральская (*Glycyrrhiza uralensis* Fisch.). Многолетнее травянистое растение высотой до 2 м. Цветет в июне - июле, плоды созревают в конце сентября. Растет в южных районах Сибири от Урала до границ Монголии и Китая, захватывая горные долины Памиро-Алтая, Тянь-Шаня и Алтая, Бурятии, Читинскую область. Собирается и культивируется аналогично солодке голой. Используются корневища наравне с солодкой голой.

Корни солодки уральской содержат флавоноиды (до 4,3%): ликвиритигенин, изоликвиритигенин, неоликвиритин, неоизо-ликвиритин, ликвиритин, изоликвиритин, изоуралозид, дралозид, глоброзид, лакразид; углеводы: глюкозу и сахарозу (до 15,6%), пентозу (до 13,2%), крахмал (до

24,5%), пектин (до 4,6%); органические кислоты (до 4,6%): виннyю, лимонную, фумаровую, щавелевую, яблочную, янтарную, глицирризиновую (22,2%); α-ситостерин, алкалоиды, кумарины, дубильные вещества (до 9,46%).

Корневища и корни, кроме того, содержат: макроэлементы калий, медь, цинк, железо; микроэлементы: марганец, кобальт, хром и др.; концентрируют железо, селен. По химическому составу солодка уральская довольно близка к солодке голой.

Солодковый корень имеет очень широкое применение в медицине: при гиперацидных гастритах, язвенной болезни желудка и двенадцатиперстной кишки, при бронхиальной астме, аллергических дерматитах, экземе, для приготовления пилюльной массы.

Глицирризиновая кислота является тритерпеновым сапонином и обладает мощным противовоспалительным действием.

Препараты – глицерам, сухой экстракт, грудной (лакричный) эликсир, сироп солодкового корня, настой солодки; входит в состав грудных, мочегонных и других сборов. Сумма флавоноидов из корней солодки входит в состав препаратов ликвиритин и флакарбин, применяемых для лечения желудочных заболеваний.

Солодковый корень широко применяется в пищевой промышленности при изготовлении конфет, алкогольных и безалкогольных напитков, пива и кваса, кофе, какао, чая, как суррогат чая, а также в других отраслях народного хозяйства при изготовлении пенящихся жидкостей в огнетушителях, чернил, туши, гуталина, акварелей, жидкостей и шампуней, способствующих укреплению волос, для окраски шелка и шерсти; для подкормки пчел.

Толокнянка обыкновенная (*Arctostaphylos uva-ursi* Spreng L..) Вечнозеленый, многолетний, распростертый, ветвистый кустарник высотой 25 – 130 см, семейства вересковых. Цветет в мае, плодоносит в июле – сентябре.

Листья содержат от 8 до 25% (не менее 6%) гликозида арбутина (эриколин), метиларбутин, 30 – 35% дубильных веществ пирогалловой

группы, свободный гидрохинон, урсоловую кислоту (0,4 – 0,75%), флавоноиды (гиперозид, кверцетин и изокверцитрин, мирицитрин, кверцитрин и мирицетин), хинную, муравьиную, аскорбиновую кислоты, небольшое количество эфирного масла. Листья толокнянки содержат 2,76% азотистых веществ на абсолютно сухую массу сырья, из них 57,5% относится к белковым веществам, включая незаменимые аминокислоты. В листьях толокнянки много йода (2,1 – 2,7 мкг/кг). Гликозид арбутин под влиянием фермента арбутазы гидролизуется до гидрохинона и глюкозы.

Дубильные вещества, содержащиеся в отваре толокнянки, оказывают вяжущее действие на желудочно-кишечный тракт. В экспериментах на крысах отвары толокнянки обнаружили свойства антигипоксантов: под влиянием введения толокнянки увеличивался процент выживаемости животных в условиях гипоксии.

Толокнянка представляет интерес как естественный источник гидрохинона, который относится к веществам с лабильным водородом. Гидрохинон повышает активность окислительно-восстановительных реакций. В числе его многосторонних влияний находится способность блокировать О-метилтрансферазу и тем самым продлевать действие адреналина. При экспериментальных исследованиях гидрохинон оказывает выраженное влияние на метаболизм, поглощение кислорода тканями, содержание в крови глюкозы, калия, глутатиона, положительно действует на диабетический кетоацидоз, дает гипертензивный эффект в ряде экспериментальных шоковых ситуаций. Препараты растения оказывают мочегонное, антисептическое действие главным образом в мочевыделительной системе. Антисептическое действие обусловлено гидрохиноном, образующимся в организме при гидролизе арбутина и выделяющимся с мочой. Оказывают дезинфицирующее и диуретическое действие, благодаря чему мочевые пути «отмываются» от продуктов воспаления и вместе с тем обеззараживаются [Шимкунайте, 1965; Jahodár, Grygarová, Budésinský, 1988; .Jahodár, Leifertová, .Lisá., 1983]. Толокнянку применяют при хронических циститах, мочекаменной болезни, подагре.

Мучнистые ягоды употребляют в пищу и применяют для приготовления напитков [Черепнин, 1987].

Черемуха обыкновенная (*Padus avium* Mill.) В Республике Башкортостан черемуха является одним из распространенных дикорастущих плодовых деревьев. Это дерево высотой от 5 до 17 м растет во всех районах республики по берегам рек, опушкам леса, в уреме. Особенно большие заросли она образует по берегам рек Дема, Уфа, Белая, Ик, Юрюзань, Нугуш, Узян, Инзер и др.

Часто образует довольно большие заросли. Так, по берегам реки Инзер в 1,5 км ниже по течению около села Ново-Хусаиново на 100 кв. м насчитывалось до 20 деревьев высотой от 3 до 5 м. Такие же участки отмечены по берегам реки Зилим в горно-лесной зоне республики. По опушкам леса она не образует зарослей, а встречается одиночными деревьями или небольшими куртинами. В Макаровском лесхозе черемуха произрастает на площади более 100 тыс. га, с которых ежегодно можно собрать до 14 т плодов черемухи. По данным Министерства лесного хозяйства в Зилаирском лесхозе черемуха занимает 3,8 тыс. га, с которых можно собирать до 2 т плодов. В Хайбуллинском лесхозе ежегодный сбор плодов черемухи может составлять не менее 2 т [Кучеров, Хисамов, 2005].

В республике плоды заготавливают в значительных количествах. Так Башпотребсоюз, Аптекоуправление, лесхозы за период с 1987 по 1998 годы заготавливали от 38,9 до 43,9 т сухих плодов черемухи в год. Кроме того, местное население заготавливает для собственных нужд до 50 – 95 кг плодов в сезон, которые используются для приготовления компотов, заварки чая, перемалываются на муку для начинки пирогов. В сухих плодах, собранных в северо-восточной зоне республики, обнаружено до 49,9 мг % витамина С, 7 – 10 мг % каротиноидов.

Черемуха часто повреждается вредителями. Наблюдения показали, что почти ежегодно она страдает от черемуховой моли (*Hyponoemouta evonymella*). При сильном размножении гусеницы этого вредителя оплетают паутиной ветки деревьев и полностью объедают листья. В 1975 – 1977 г.г. в

пойме реки Ик в Кугарчинском районе сильное размножение черемуховой моли привело к потере урожая плодов [Кучеров, Галеева, 1991].

Оценка урожайности плодов черемухи в 1971 – 1981 г.г. показала, что за 11 лет наблюдений в горно-лесной зоне обильное плодоношение отмечено три раза и четыре раза – неурожай. То же наблюдали в лесостепной зоне республики. В степной зоне черемуха почти всегда хорошо плодоносит [Кучеров, Хисамов, 2005]. Имеющиеся ресурсы позволяют увеличить заготовки плодов не менее чем в 2 – 3 раза.

В листьях, цветках, коре и семенах содержатся гликозиды: амигдалин, прулауразин, пруназин. Найдена также свободная синильная кислота – в коре 0,09%, в листьях 0,05%. Наибольшее содержание амигдалина найдено в коре черемухи – 2%, в семенах – 1,8%. Ароматный запах обусловлен наличием гликозида пруназина. Плоды черемухи содержат яблочную и лимонную кислоты, сахара, вяжущие вещества и аскорбиновую кислоту, флавоноиды.

Черемуха очищает воздух, поскольку ее листья и цветы выделяют фитонциды, убивающие микробов. Растение является хорошим весенним Кмедоносом [Кучеров, Сираева, 1980].

Зрелые плоды оказывают закрепляющее, вяжущее, бактерицидное, витаминное, общеукрепляющее, противовоспа-лительные действия, нормализуют функции кишечника, желудка. Кора обладает потогонным, жаропонижающим, мочегонным действиями. Листья обладают закрепляющими, витаминными свойствами. Цветки используют как противовоспалительное, ранозаживляющее, фитонцидное средство.

Благодаря наличию дубильных веществ плоды черемухи применяются в качестве вяжущего средства при поносах неинфекционной природы и других расстройствах функции желудка и кишечника, а также как вспомогательное средство при инфекционных колитах и поносах.

Препараты из черемухи принимают под наблюдением врача, с соблюдением приема указанных доз и сроков лечения. В медицине употребляются плоды, в которых найдены до 15% дубильных веществ, антоцианы и флавоновые вещества, яблочная и лимонная кислоты, жирное

масло, сахара, фитонциды, амигдалин (в косточках), витамин С и каротин [Ковалев, Положий, 1976]. Плоды ее применяют в качестве вяжущего средства в медицине. Растение выделяет фитонциды.

Амигдалин из ядер косточек черемухи, содержит сильнодействующий яд – синильную кислоту, высвобождающуюся при ферментативном гидролизе. Употребление около 1 г амигдалина может вызвать смертельное отравление.

Деструкция с образованием ядовитой синильной кислоты возможна и при термообработке плодов косточковых, содержащих цианогеновые гликозиды. Такая деструкция медленно происходит при нагревании до температуры 20 – 120°С. Гораздо больший вред приносит недостаточная термообработка косточковых плодов, не приводящая к инактивации β-гликозидаз. Например, пастеризация абрикосовых компотов при температуре 86°С в течение 38 мин сопровождалась накоплением лишь 1 мг/кг синильной кислоты в плодах. Далее, при хранении консервов количество синильной кислоты в них не увеличивалось. В таких образцах фермент β-гликозидаза был инактивирован. В случае пастеризации консервов при той же температуре в течение 20 мин в них накапливалось после 5 месяцев хранения до 16 – 17 мг/кг синильной кислоты. В таких образцах фермент не был инактивирован. Консервы с сокращенным временем пастеризации были пригодны для употребления лишь в течение трех месяцев после изготовления (по вкусовым качествам) [Hershkovitz, .Kanner, 1970]. Поэтому, при использовании плодов черемухи для приготовления различных напитков с применением процессов спиртового брожения следует исключить возможность накопления синильной кислоты.

Плоды черемухи являются основой крепких алкогольных напитков, например «Черемуха на коньяке» [Заявка 95113742/13, 1997; Авторское свидетельство СССР N 726163, 1980], обладающего приятным миндальным вкусом и ароматом или входят в состав ингредиентов ликеров и бальзамов [Заявка 2097417, 1987; Заявка 2136729 , 1999].

Черника (Vaccinum myrtillus L.) Многолетний мелкий полукустарник высотой 15 – 30 см с ползучим корневищем, семейства брусничных. Цветет в мае – июне. . Ягоды сочные, черные, с синевато-сизым налетом. Созревает в июле – августе. Плодоносит черника со второго – третьего года. Вначале появляется небольшое количество крупных ягод, в дальнейшем ягод становится значительно больше, но меньшего размера.

В республике растет в хвойных и хвойно-лиственничных лесах. Местами она встречается значительными зарослями. На северо-востоке Башкирии (Уфимское плато) она встречается в береговых, елово-пихтовых лесах. Местами на 1 $м^2$ насчитывалось до 75 кустиков черники высотой от 30 до 50 см. Как интересный факт отмечается, что в Салаватском районе черника встречается в чистом березовом лесу. В чистых сосновых лесах на 1 $м^2$ было найдено до 475 кустиков черники. В квартале 6 – 8 Сарвинского лесничества Нуримановского района черника доминирует в елово-пихтовых насаждениях, здесь на 1 $м^2$ насчитывалось до 240 растений. На одном побеге отмечено до 7 плодов. С 1 $м^2$ собирали до 672 г (840 шт.) ягод [Кучеров и др,. 1991]. Подсчеты показали, что в урожайные годы в сосновых лесах поймы реки Инзер можно собирать до 200 кг с га. В урожайные годы на Южном Урале можно собирать до 2 т свежих плодов черники. Замечено, что в тех места, где проводится сплошная вырубка сосны, черника пропадает. Только в лесах Нуримановского, Иглинского, Архангельского и Гафурийского лесхозов черника встречается в 42 кварталах общей площадью 17311 га [Кучеров, Хисамов, 2005]. В республике промышленные заготовки черники нецелесообразны, она может собираться только в небольших количествах для нужд местного населения.

Ягоды черники содержат до 18% дубильных веществ пирокатехиновой группы, до 7% органических кислот, среди них лимонная, яблочная, янтарная, хинная, бензойная, молочная, щавелевая. Содержание сахара составляет до 30%, витамина С – 6 мг %, каротина – 0,75 – 1,6 мг %. Семена содержат до 31% жирного масла, до 18% протеина. Анализ, проведенный на

Уфимском витаминном заводе показал, что в сухих плодах витамин С отсутствует, но в них содержится до 5,4% витамина Р.

Листья черники содержат дубильные вещества (18 – 20%), сахар и другие вещества (12 – 18%), арбутин (0,47 – 0,58%), гидрохинон (0,047%), сапонины (2,2 – 2,8%), органические кислоты – галловую, бензойную, лимонную, яблочную, уксусную, щавелевую, винную, а также минеральные вещества: калий, натрий, магний, кальций, железо, серу, фосфор, хлор. Важными в биологическом отношении веществами являются гликозиды – неомиртиллин (2%), аглюконом которого является витаминообразное вещество инозит.

Препараты листьев черники оказывают кардиотоническое, мочегонное, желчегонное, вяжущее, противовоспалительное и противогнилостное действие, понижают содержание сахара в крови. Они оказывают антисептическое, витаминное, вяжущее, противовоспалительное, противоспазматическое действие.

Ягоды снижают количество сахара в крови, повышают кислотность желудочного сока, улучшают пищеварение, обмен веществ, усиливают остроту зрения, улучшая кровоснабжение сетчатки глаз. Плоды черники широко известны как противодиарейное средство при расстройствах пищеварения неинфекционного происхождения, особенно у детей, как вспомогательное средство наряду с антибиотиками при дизентерии, при авитаминозах. Миртиллин – очищенный экстракт из черники, содержащий до 15 антоцианинов, используется для лечения расстройства мозгового кровоснабжения [Saija, Princi, Amico, Pasguale, Costa, 1990]. Листья, как и плоды черники применяют как вяжущее средство при острых и хронических нарушениях пищеварения, сопровождающихся поносами, потерей массы тела, аппетита, при диспепсиях, связанных с усиленными бродильными и гнилостными процессами, колитах и энтероколитах. Как средство, содержащее витамины, применяют при цинге и других гипо - и авитаминозах. Часто используют местно при стоматитах и гингивитах в качестве вяжущего и антисептического средства. Имеются сообщения о

применении настоя из листьев при легких формах диабета и при старческом диабете. Ягоды используют сырыми, сушеными, вареными. Черника входит в состав закрепляющих сборов. Из ягод делают соки, морсы, сиропы, варенья, кисели, вино. Ягоды входят в рецептуры крепкоалкогольных бальзамов, настоек и ликеров [Заявка 2064491, 1996; Заявка 2314451/13, 1996].

Шиповник майский (*Rosa majalis* Herm.). Колючий кустарник высотой до 3 метров. В республике шиповник растет во всех районах. Особенно богаты шиповником районы, примыкающие к нижнему течению реки Белой – Краснокамский, Дюртюлинский, Илишевский, Бирский, Кушнаренковский. Наиболее большие участки с произрастанием шиповника в поймах рек Камы, Уфы, Демы, Быстрого Таныпа, Чермасана и Уршака. Встречается он и по опушкам лесов во всех зонах республики. Общая площадь, занимаемая шиповником, составляет 6509 га, что в пересчете на плотные заросли составляет 1147 га. По подсчетам Министерства лесного хозяйства, запасы плодов шиповника в лесах составляют 520 т. В Зилаирском лесхозе шиповник произрастает на площади 4,7 тыс. га, сбор плодов с которой может ежегодно давать до 1 т сырья. В Салаватском лесхозе площади, занятые шиповником составляют 14,8 тыс. га, на этой площади биологические ресурсы плодов составляют около 26 т. Значительные ресурсы плодов шиповника имеются также в Кугарчинском, Зианчуринском, Гафурийском лесхозах, где можно заготавливать до 2 т плодов.

Урожайность плодов шиповника сильно варьирует по годам. Куст шиповника дает от 40 до 800 г свежих плодов. Один гектар плотных зарослей может дать в урожайные годы до 0,4 т воздушно-сухих плодов [Гимкан, 2001]. По подсчетам специалистов, только в 11 лесостепных районах можно заготавливать до 55 т плодов, тогда как в них заготавливают лишь 15 т плодов в воздушно-сухом состоянии [Кучеров, 1975]. Это связано с тем, что растет шиповник небольшими куртинами или одиночными кустами и для сбора в них не находится достаточного количества сборщиков. По данным, опубликованным Байковым, в республике в 1958 – 1965 годах заготавливалось от 125 (1961 г.) до 448 (1960 г.) т сухих плодов шиповника

[Байков, 1969]. За 1983 – 1887 годы в республике собрали 188,67 т плодов, или, в среднем ежегодные заготовки составили 37,7 т. Для промышленной заготовки отмечены заросли шиповника: в пойме реки Ай (около деревень Старо-Халилово, Лемезы-Тамак); в пойме реки Белой в Архангельском, Иглинском, Бирском, Калтасинском, Янаульском, Дюртюлинском районах. Шиповник, произрастающий в республике, сильно различается также по размерам и форме плодов. Чаще всего с одного куста можно собирать до 150 – 300 г свежих плодов, но имеются формы, дающие 650 – 800 г и больше. Необходимо проводить изучение высоко урожайных и высоко витаминных форм шиповника. Этот кустарник является кладовой витаминов. В зрелых плодах шиповника содержится от 1800 до 5000 мг % витаминов С, В1, В2, Е, К. Заготовке подлежат только плоды, имеющие красную окраску. Недозрелые плоды содержат в своем составе меньше витамина С. Так, по данным Г.К. Байкова, плоды, собранные в зеленом состоянии в пойме реки Ай в плодах имели 323 мг % витамина С, а собранные в спелом состоянии (красные плоды) в том же месте в плодах имели 1247 мг % витамина С [Байков, 1961; Байков, Изгин, 1961].

Уфимский витаминный завод ежегодно перерабатывает на витаминные препараты до 2 тысяч тонн плодов шиповника. Помимо этого шиповник используется в ликероводочной промышленности. В состав компонентов ликера «Очарование» Уфимского винодельческого завода входят плоды шиповника [Патент 2102449, 1998].

Эфедра, кузьмичева трава (*Ephedra distachya* L.) Плод эфедры – сочная ягода. Вечнозеленый кустарник высотой 10 – 50 см. Цветет в мае – июне, плодоносит с июля. Растет на юге европейской части России, в Западной Сибири, на Кавказе; в горах Средней Азии замещается близким видом. Растет в степной и пустынной зонах в равнинном и нижнем горном поясе, на скалах, меловых обнажениях, галечниках, известковых, песчаных и щебнистых почвах. Местами встречается в значительных количествах. Используются зеленые веточки в период цветения или плодоношения. В республике изредка встречается в районах горной области Урала – хребты

Ирендык и Крыкты в Зауралье. Обнаружена она в Зианчуринском, Кугарчинском, Альшеевском районах. Всюду очень редко. Плоды съедобны, они идут для приготовления настоев в ликероводочном производстве. В плодах содержится аскорбиновой кислоты до 178 мг %. В республике практически не используется.

В зеленых веточках содержатся алкалоиды эфедрин, псевдоэфедрин (вместе их 0, 25 – 1,7%, в том числе эфедрина до 65%); во всех органах – дубильные вещества (6%) [Омуркамзинова, Бейсекова, 1989], пирокатехин, флобафен; в шишкоягоде – аскорбиновая кислота (до 160 мг %).

Оказывает антиастматическое и адреналиноподобное действие. Стимулирует сердечно-сосудистые системы, оказывая симпатомиметическое действие. Эфедрин, препарат антиаминоксидазного действия, повышающий тонус симпатической нервной системы, артериальное давление, увеличивает просвет бронхов, несколько повышает содержание сахара в крови. В отличие от адреналина эфедрин обладает более стойким действием и возбуждает центральную нервную систему.

Эфедра двуколосковая, известная под названием «кузьмичева трава», широко используется в народной медицине при ревматизме, заболеваниях органов пищеварения, дыхательных путей. Исследования, проведенные японскими учеными установили, что экстракт эфедры защищает кожу от повреждения рентгеновскими лучами [Sato Yushi, Ohta Setsuko, Sakurai Nobuko, Shnoda Masato, 1989]. Ягоды употребляют в пищу в свежем виде, в виде варенья, компотов, джемов и киселей [Черепнин, 1987]. При передозировке возможно отравление. В ликероводочном производстве входит в композиции ингредиентов бальзамов для придания им горечи [Заявка 93037201, 1995].

3.3. Дикорастущие овощные и витаминоносные растения

Во флоре республики нами отмечено 80 видов овощных и витаминоносных растений. В эту группу растений включены виды, которые

можно использовать в пищу свежими, приготавливать из них салаты, супы, пюре, соки, заготавливать их в соленом и маринованном виде. Все эти растения являются поставщиками витаминов, микроэлементов и других питательных веществ, необходимых для нормальной жизнедеятельности организма человека. Они играют большую роль не только в диетическом, но и в лечебном питании, так как во многих случаях в них содержатся биологически активные вещества, способствующие предупреждению некоторых заболеваний человека (авитаминозы, заболевания почек и печени и др.). Следует отметить, что в пищу нельзя использовать растения, растущие на загазованных территориях, вблизи трассы автомобильных дорог, так как они токсичны [Кучеров, 2004].

Некоторые семейства дикорастущих пищевых растений богаты видами, используемыми в пищу как овощи.

Довольно много видов растений используемых в пищу принадлежат к семейству крестоцветных, капустных (*Brassicaceae (Cruciferae)*.

Свербига восточная (*Bunias orientalis* L.) - двулетнее растение, достигающее высоты до 1 м. Рано весной, в начале мая, свербига отрастает, образуя нежные стебли, которые и используются в пищу. Встречается во многих районах. Растет она на лугах, лесных полянах, как сорное на полях, по обочинам дорог, на опушках леса. В листьях, собранных в середине июня содержалось до 31.6 мг % витамина С. По данным А.К. Кощеева, [Кощеев, 1980] в 100 г свежей зелени свербиги содержится 58 мг аскорбиновой кислоты, В 100 г сухого продукта обнаружены 21.4 мг железа, 0.84 - меди, 2.73 - марганца. Листья обладают противоцинговым свойством. Используются в пищу в свежем виде. Из листьев, побегов с молодых стеблей готовят салаты, винегреты, супы, приправы для мясных и рыбных блюд. Можно заготавливать их впрок, сушить, мариновать, солить.

Сурепка обыкновенная (*Barbarea vilgaris* R.Br.)- двулетнее травянистое растение. Растет она во всех районах республики, как сорное на полях, у дорог, на полянах, склонах холмов. У сурепицы используются верхушки растения и листья. Они богаты витаминами и являются особенно ценными

весною, когда большая часть населения страдает от нехватки витаминов в организме. В листьях сурепки, собранных в окрестностях г. Уфы было обнаружено 118 мг % витамина С [Клобукова-Алисова, 1960]. Из молодых стеблей и листьев приготовляют салаты, супы, начинки для пирогов, запеканок.

Пастушья сумка (*Capsella bursa-pastoris* (L). Medik*)* - однолетнее травянистое растение из семейства крестоцветных. Растет всюду как сорняк, вблизи от жилья, на пастбищах. Собирать ее надо весной - в мае. В молодых листьях обнаружено до 177.5 мг % витамина С. В листьях пастушьей сумки, только, что начавшей вегетацию, в апреле обнаружено больше витамина С, чем в более поздних по развитию пастушьей сумки. Надземная масса богата витаминами А, B_2, К, фитонцидами, железом и другими полезными для человека веществами. Трава используется и в медицине, как кровоостанавливающее средство. В пищу используется редко, хотя из нее можно делать салаты, супы, сушить впрок [Юриссон, 1976].

Из семейства крестоцветных используются также: гулявник Лезелиев (*Sisymbrium loeselii* L.), ярутка полевая (*Thlaspi arvense* L.), сердечник луговой (*Cardamine pratense* L.). Все эти виды очень распространены и встречаются по всей республике.

Очень богато овощными и витаминоносными растениями семейство зонтичных.

Среди них укажем только несколько видов, находящих широкое распространение.

Сныть обыкновенная (*Aegopodium podagraria* L.). Это многолетнее травянистое растение, высотою до 1 м. Растет сныть в лесах, среди кустарников. Является растением доминантом в липняках, ельниках, смешанных лесах. Наблюдения показали, что в зарослях сныти цветущих экземпляров бывает не более 10-20%, остальные растения находятся в фазе розетки [Панкова, 1949].

Это растение является поставщиком витаминов и микроэлементов. В листьях, собранных в окрестностях г. Уфы, в апреле содержалось 65,5 мг %

витамина С, в августе - только 15,8 мг %. По данным. [Кучеров,1986**Ошибка! Закладка не определена.**] в 100 г свежей сныти содержалось 16,6 мг железа, 1,99 мг меди, 2,13 мг марганца, 1,68 мг титана, 3,9 мг бора. Из листьев и молодых стеблей сныти делают салаты, супы, сушат, делают пасту.

Дудник лесной (*Angelica sylvestris* L.) - крупное многолетнее или двулетнее растение высотой до 2 м. Растет в лесах, зарослях кустарников, на сырых лугах по всей республике. Особенно много его отмечалось в дубовых, липовых, березовых, осиновых лесах в районе западных предгорий Южного Урала. Значительные его заросли отмечены в поймах рек Бетеря, Кухтур, Б.Нугуш в Бурзянском и Белорецком районах. В пищу используются молодые сочные стебли, черешки листьев и нераспустившиеся цветочные бутоны. В стеблях содержится от 63 до 236 мг на сырое вещество витамина С. В листьях, собранных нами в Бурзянском районе в фазе бутонизации, содержалось 16,8% протеина, 3,8% жира, 14,27% клетчатки, 51,6% БЭВ, 13,53% золы, 1,73% кальция и 0,423% фосфора [Кучеров и др., 1976]. Растение приятно на вкус. В населенных пунктах северо-востока республики молодые стебли и нераспустившиеся бутоны едят в сыром виде [Кучеров, 1990]. Молодые листья, стебли идут для приготовления салатов, супов, их солят, маринуют и сушат.

Борщевик сибирский (*Heracleum sibiricum* L.)- многолетнее травянистое растение, стебель его достигает до 150-200 см. Растет в березовых, осиновых, смешанных лесах, по опушкам лесов. Встречается по всей республике. У борщевика в пищу идут молодые побеги и листья. В листьях борщевика, собранного в окрестностях г. Уфы содержалось до 121 мг % витамина С. В стеблях обнаружено до 0.09% кумаринов. По данным [Сацыперова, 1984] дает до 476,7 ц с га зеленой массы. Молодые листья идут в пищу в свежем виде. Используют для салатов и щей. Отвар из листьев имеет грибной вкус и хорош для супов. Черешки листьев, с которых снята кожица, маринуют и зимой употребляют как гарнир ко вторым блюдам и для приготовления икры.

Бедренец камнеломковый (*Pimpinella saxifraga* L.) - многолетнее травянистое растение. Растет на сухих лугах, склонах холмов, лесных полянах, среди кустарников. Особенно часто он встречается в горно-лесных районах. В пищу используют свежие листья. В них содержатся витамин С, флавоноиды, эфирное масло. Из молодых листьев готовят салаты, винегреты, супы.

Бутень прескотта (*Chaerophyllum prescottii* DC.) - двулетнее или многолетнее растение. Растет он в лесах, на опушках, лугах, по обочинам лесных дорог. Местами образует большие заросли. Чаще всего встречается в горно-лесных районах республики. У бутеня в пищу используются молодые побеги, клубни, богатые крахмалом - от 17.3 до 28%. Клубни съедобны в сыром виде. Стебли, молодые листья идут для приготовления салатов и зеленых щей.

В семействе Гречишных (*Polygonaceae* Juss.) имеется несколько видов растений, которые тоже используются в пищу.

В республике растет 14 видов щавеля.

Щавель обыкновенный (*Rumex acetosa* L.) - многолетнее травянистое растение, высотой от 30 до 100 см. Растет по лугам и травянистым склонам холмов, в разреженных лесах и на опушках, на залежах. Распространен по всей республике. В пищу используются листья и молодые стебли. В листьях в свежем виде содержится 50-100 мг % витамина С, витамины А и В, каротин, до 12% щавелевой кислоты, до 19,4% сахаров. Молодые листья и стебли собираются до распускания цветков. Едят их в сыром виде или как салаты. Употребляют для щей, супов, пюре, для начинки пирогов, пельменей, пирожков.

Щавель пирамидальный (*Rumex thyrsiflirus* Fingerh.) - многолетнее травянистое растение. Растет по лесам и пойменным лугам, опушкам лесов, на склонах холмов, песчаным и галечным берегам рек. В пищу используют как и у щавеля обыкновенного, листья и молодые побеги. В листьях содержатся витамины С, РР, каротин, щавелевая кислота.

Щавель конский (*Rumex confertus* Willd.) - многолетнее травянистое растение. Растет по пойменным и лесным лугам, на склонах холмов, по опушкам лесов. Распространен по всей республике. Изучение химического состава листьев щавеля конского, собранного в окрестностях г. Уфы показало, что в них содержалось 115,8 мг % витамина С. Кроме того, в листьях содержатся и другие витамины: К, РР, каротин. В них также обнаружено до 5% щавелевокислого кальция. Местное население республики зрелые плоды щавеля конского использует на корм гусям, собирая их мешками, даже заготавливая на зиму [Кучеров, 1990].

Шавель курчавый (*Rumex crispis* L.) - многолетнее травянистое растение. Растет на лугах, склонах холмов, по берегам речек, вдоль дорог, на окраинах полей как сорняк. В пищу используются листья. В окрестностях г. Уфы в листьях обнаружено 86,8 мг % витамина С, а в цветках - 50 мг %. В них содержатся витамины B_1 B_2, К, РР, каротин.

Горец альпийский, башкирская капуста (*Polygonum alpinum* All.) - многолетнее травянистое растение. Растет по лугам, лесным опушкам, по склонам холмов, в степях. Особенно много ее в Бурзянском, Белорецком, Зилаирском, Нуримановском, Караидельском районов, а также в горной части Архангельского, Гафурийского, Ишимбайского, Кугарчинского районов. В пищу используются листья и стебли молодых растений. С одного растения можно собирать до 30 г сырой надземной массы [Кучеров, 1990]. Довольно большая масса астения дает возможность получить из нее сок.

В семействе маревых (*Chenopodiaceae*) имеется также несколько видов овощных и витаминоносных растений.

Лебеда садовая (*Atriplex hortensis* L.) - однолетнее травянистое растение, достигает до 150 см высоты. Растет на пустырях, огородах, в садах как сорняк. В пищу используют листья. В которых содержится до 118.3 мг % витамина С [Клобукова-Алисова, 1960]. Весной используют как салат, пюре, а также для квашения.

Марь красная (*Chenopodium rubrum* L.) - однолетнее травянистое растение высотою до 90 см. Растет на залежах, около домов, на пустырях как сорняк. Используют листья для приготовления салатов, борщей, щей.

Очень ценное пищевое значение имеет крапива двудомная (*Urtica dioica* L.). Растение описана в разделе "лекарственные растения". Ее листья имеют прекрасные вкусовые качества. Молодые листья крапивы с давних времен используются человеком для приготовления супов, салатов, рассольников.

Используются в пищу ряд растений из сем. Розоцветных (Rosaceae Juss). Укажем такие виды, как гравилат городской, кровохлебка лекарственная, лапчатка гусиная, манжетка.

Гравилат городской (*Geum urbanum* L.) - многолетнее травянистое растение. Растет в лесах, среди кустарников, по опушкам лесов . Особенно большие заросли произрастают в Белокатайском, Дуванском, Гафурийском районах. В листьях, собранных в окрестностях г. Уфы в конце мая обнаружено 123, 6 мг % витамина С. Молодые листья идут для приготовления салатов, супов, пюре. В пищу используют и корни, которые издают тонкий душистый запах, напоминающий запах гвоздики [Кучеров, Хисамов, 2005].

Используют в пищу и молодые листья кровохлебки лекарственной (*Sanguisorba officinalis* L.). Растение описана в разделе "лекарственные растения". Молодые листья кровохлебки также съедобны, применяют их при приготовлении салатов, сушат для заправки супов, ароматных чаев. В листьях содержалось до 115,7 мг %, витамина С.

Лапчатка гусиная (*Potentilla anserina* L.) - многолетнее травянистое растение. Растет это низенькое ползучее растение на влажных лугах, на выгонах, как сорное по всей республике. В листьях содержится до 105 мг % витамина С. Молодые листья идут для приготовления салатов, как приправа к различным блюдам, для супов. Вкусен салат. Для него берут 150 г молодых листьев лапчатки гусиной, 50 г щавеля, 25 г лука зеленого, 20 г сметаны, соль, уксус, укроп по вкусу.

Манжетка (*Alchemilla* L.) многолетнее травянистое растение. В республике встречается до 30 видов манжетки. Это небольшое растение, высотою 15-30 см. Растет она на лесных полянах, на опушках лесов, на лугах, в горных тундрах. В пищу используются листья. В них содержится до 210 мг % витамина С, каротиноиды, флавоноиды, дубильные вещества.

Имеется ряд растений из сем. Астровых, сложноцветных, которые используются как овощные растения.

Одуванчик лекарственный (*Taraxacum officinalis* Wib. ex. Wigg.). У этого растения собирают корни и корневища, а также листья. Они используются для приготовления салатов, цветочные почки маринуют, они идут для заправки солянок, винегретов. В листьях одуванчика, собранных в конце июля в полосе восточных предгорий Южного Урала, показал содержание в них 17% протеина, 6.4% жира, 12% клетчатки, 50% БЭВ. В них обнаружено до 52.6 мг % витамина С. Салаты из листьев возбуждают аппетит и улучшают работу желудочно-кишечного тракта, а также оказывают положительное влияние при заболевании почек, что обусловлено их способностью стимулировать выделение желчи.

Лопух большой (*Arctium lappa* L.) - двулетнее травянистое растение. Растет около домов, на огородах, у заборов, по лесным дорогам, как сорное по всей республике. Молодые листья лопуха используют в пищу для приготовления салата, супа. В них содержится до 26 мг % витамина С. Сухие корни однолетнего лопуха, размолотые в порошок, подмешиваются к ржаной муке при выпечке хлеба.

Большой популярностью среди населения пользуются дикорастущие луки (род *Allium*), семейство луковых (*Allicaceae* L.).

В республике произрастает 16 видов луков и все они в той или иной степени используются в пищу. Мы укажем только два основных вида, которые можно встретить в дикорастущих зарослях или выращивать на огородах и в садах.

Лук косой (*Allium obliquum* L.) - многолетнее травянистое растение высотою от 50 до 150 см. Растет он в зарослях кустарников, на лесных

опушках, лугах. Распространен в горно-лесных, северо-восточных районах республики. Встречается и в Предуралье. Изредка он встречается и по хребтам Ирендык и Крыкты в Зауралье. В 1985 г было организовано 4 ботанических памятников природы по охране лука косого в Мишкинском и Кугарчинском районах.

Этот лук отрастает рано весной, вскоре после схода снега. Используют, главным образом, плоские листья. В республике имеются отдельные урочища под названием «ускун» - башкирское название этого лука. В его листьях содержится до 160 мг % витамина С. Лук размножается хорошо семенами. Листья по своему вкусу напоминают чеснок. Их хорошо добавлять в салаты и другие блюда как источник витаминов.

Лук угловатый (*Allium angulosum* L.) - многолетнее травянистое растение, высотою до 60 см. Растет на пойменных лугах, травянистых болотах и на лесных полянах. Встречается во многих районах. В пищу используют листья и луковицы. Луковица одна или их несколько яйцевидно-конической формы. В листьях обнаружено 73.2 мг витамина С на 100 г сырого веса. Листья используют как приправу к супам, мясу, рыбе, овощам, а также употребляют для солений, консервов и как примесь к салатам.

Из семейства мальвовых, просвирниковых (*Malvaceae* Juss.) используются в пищу два вида:

Просвирник низкий (*Malva pusilla* Smith.) – однолетнее или двулетнее растение. Растет около жилья, в огородах, садах, на улицах как сорное. В пищу применяют листья и не вполне созревшие плоды. В листьях обнаружено 97,3 мг % витамина С, до 10,2 мг % каротина, в плодах до 220 мг % витамина С. В плодах содержатся слизи. В свежем виде листья и зеленые плоды используют для салатов, в сушеном - для заправки супов.

Просвирник мавританский (*Malva mauritiana* L.) - однолетнее или двулетнее растение, высотой от 90 до 150 см (просвирник низкий всего 30 см). Растет по садам, огородам, около домов. Встречается, реже чем просвирник низкий. Часто как заносное. Во всех органах просвирника

мавританского обнаружены слизи. В пищу используются как свежие листья в виде салата, так и варенье.

Из семейства кипрейных *(Onagraceae* Juss.) известно два вида, которые можно использовать в пищу: иван-чай и кипрей горный.

Иван-чай узколистный, капорский чай (*Chamerion angustifolium (L.)* Holub.) - многолетнее корнеотпрысковое травянистое растение. Высота стебля достигает до 150 см. Растет по опушкам лесов, вырубкам, гарям, в зарослях кустарников, по насыпям вдоль дорог. У иван-чая в пищу применяются листья и побеги. В листьях содержится 662.7 мг % витамина С, в цветках – 362,1; в стеблях – 285, 5 мг %. В 100 г зеленой массы содержится 23 мг железа, 1.3 никеля, 2,3 мг меди, 16 мг марганца, 1,3 мг титана, 0,44 мг молибдена и 6 мг бора [Кощеев, 1960]. В пищу идут отварные побеги и листья. Из вареных листьев приготавливают салаты, пюре. Они идут как приправа к мясным блюдам.

Кипрей горный (*Epilobium montanum* L.) - многолетнее травянистое растение. Растет в лесах, на полях, среди кустарников. Часто встречается в районе западных предгорий Южного Урала, в лесостепи Предуралья и на северо-востоке республики. Используют в пищу листья и молодые стебли. Они богаты витамином С и К, в них обнаружено 2,65% дубильных веществ. Из них приготовляют салаты и щи.

Из семейства первоцветных (*Primulaceae* Vent.) используется как пищевое первоцвет крупночашечный (*Primula macrocalyx* Bunge.). Это многолетнее травянистое растение. Растет первоцвет в светлых лесах, среди кустарников, на лесных опушках, суходольных лугах по всей республике. Особенно часто он встречается в осиновых, березово-осиновых, лиственничных и сосновых лесах [Кучеров и др., 1976]. В листьях содержится от 500 до 1000 мг % витамина С, до 2% сапонинов. Особенно много витаминов в цветках и цветочных стрелках, которые используют для приготовления салатов. Корни первоцвета используются в медицине, они служат как отхаркивающее при пневмонии и бронхите, в виде чая – потогонное средство..

Из семейства бурачниковых (*Boraginaceae*) используется в пищу медуница неясная (*Polmonium obscura* Dumort.). В пищу используют молодые листья. В зеленых частях растения содержатся дубильные вещества, соли кремния, калия, кальция. Среди местного населения медуница известна как йод-трава, так как при растирании листьев из них выделяется темный сок, по цвету напоминающий йод, и им можно прижигать раны. Витамин С сохраняется в медунице после сушки , варки, засолки и маринования. Из листьев делают салаты, супы, используют как начинку для пирогов.

Из семейства кисличных (*Oxalidaceae* R. Br) используется в пищу кислица обыкновенная *(Oxalis acetosella* L.). Это многолетнее травянистое растение растет исключительно в тенистых елово-пихтовых лесах, смешанных лесах в Караидельском, Аскинском, Нуримановском, Калтасинском, Дуванском районах, только там где есть ель и пихта. У кислицы в пищу используются листья. В листьях содержится щавелевокислый кальций, который придает им кислый вкс, в них обнаружено до 144 мг % витамина С. Свежие листья идут в пищу как щавель для салатов, супов. Кислица образует большие заросли, растет куртинами.

Большой популярностью пользуется в народе спаржа лекарственная (*Asparagus officinalis* L.) из семейства спаржевых *(Asparagaceae* Juss.).

В республике встречается не так часто на лугах, лугово - разнотравноковыльных степях, среди зарослей кустарников. У спаржи употребляют этиолированные и зеленые побеги ранней весной. Они обладают прекрасными вкусовыми качествами. В спарже содержатся витамины, кальций и другие питательные вещества. Из них готовят салаты, суп, рагу, другие блюда. Спаржу давно ввели в культуру, имеется масса сортов. В республике это растение пока не высевается и не культивируется. Дикорастущих зарослей мало.

Из семейства губоцветных или яснотковых (*Lamiaceae)* используют в пищу зопник клубненосный *(Phlomus tuberosa* L.) - многолетнее травянистое растение. Растет на лесных полянах, в зарослях кустарников, на суходольных лугах, в разреженных лесах по всей республике. В пищу

используют клубни зопника, богатые крахмалом. Их сушат, размалывают в муку, из которой готовят молочную кашу. Едят их в печеном и вареном виде.

Широко используются луковицы многолетнего травянистого растения из семейства лилейных лилия кудреватая, саранка, царские кудри (*Lilium martagon* L.). Растет она в широколиственных, смешанных, реже хвойных лесах, на лесных лугах. Встречается по всей республике, но в небольших количествах. В пищу используются луковицы желтого цвета которые едят сырыми, или сушат. Из них делают муку. В связи с тем, что растение встречается редко, мы не рекомендуем ее использовать в пищу. Она занесена во 2-е издание «Красной книги Башкирской АССР» (1987).

Из овощных и витаминоносных растений остановимся на многолетнем споровом растении из сем. гиполеписовых (*Hypolepidaceae* Pichi Sermolli) - орляке обыкновенном (*Pteridium aquilinum* (L.) Kuhu.). Это крупный лесной папоротник с длинным толстошнуровидным корневищем и дважды - трижды перисто-рассеченными расставленными листьями. Встречается по всей республике. В пищу используют молодые побеги. В жареном виде они имеют вкус грибов. Их широко используют в пищу в Японии, Полинезии. Молодые побеги орляка обыкновенного в республике редко заготавливаются для промышленных целей.

Таким образом, из описаний овощных и витаминоносных растений республики видно, что они почти все являются ценными продуктами питания используются в пищу весной и в начале лета как в свежем виде, так и заготавливаются впрок.

3.4. Дикорастущие растения, используемые в качестве приправ и для ароматизации пищи

Для придания пище особого аромата и остроты используются растения, содержащие острые, горькие, кислые, ароматические вещества, улучшающие вкус и усвояемость ее организмом.

Пряные свойства растения зависят от содержания в них эфирных масел, гликозидов, кумаринов, витаминов и других веществ, которые имеют свойство возбуждать аппетит и в значительной степени влияют на усвояемость пищи. Многие пряно-вкусовые растения обладают сильными фитонцидными свойствами. Эти свойства используются при засолке и квашении овощей, в консервной промышленности. Многие растения обладают антисептическими свойствами, поэтому они издавна применяются в медицине. Применяемые в небольших количествах как приправа к повседневной пище, они благотворно влияют на обмен веществ, на деятельность нервной и сердечно-сосудистой систем, а также на общее состояние организма [Гордиенко, 2000].

Всем известны хрен, петрушка, горчица, фенхель, анис и другие пряности, которые находят применение в быту, в нашем питании. Многие пряно-ароматические растения возделываются, но в нашей дикорастущей флоре имеется также много видов растений, которые могут быть использованы как приправа к различным блюдам, для засолки и маринования.

В нашей республике из этого семейства в дикой флоре встречается ряд растений принадлежащих к семейству крестоцветных, капустных .

Катран татарский (*Crambe tatarica* Sebeok.) - многолетнее травянистое растение. В нашей республике катран встречается очень редко, растет он в степях, на каменистых склонах. Занесен в «Красную книгу Республики Башкортостан» (1997). Это растение встречается в Бижбулякском, Мелеузовском районах [Кучеров, 1999]. У катрана татарского в пищу используют масло из семян, корни, молодые побеги, листья. В надземной массе катрана татарского в фазе цветения содержится 208,5 мг/100 г сырой массы витамина С, 6,70 мг/100 г сырой массы каротина. Толстые и сочные молодые побеги катрана имеют приятный вкус и употребляются в пищу. В вареном виде они напоминают собой капусту и могут заменить ее. Отваренные корни и в печеном виде служат лакомой пищей, отвар применяется как укрепляющее средство при поносе у детей. Сырые корни

используются как салат. В семенах содержится до 43.4% жира. Масло используется как приправа и напоминает на вкус горчичное. Корни могут использоваться как хрен. Хорошо растет в культуре.

Конрингия восточная (*Conringia orientalis* (L) Dumort.) - многолетнее травянистое растение из этого же семейства. Растет как сорное растение на полях, около дорог, распространена по всей республике. В пищу используют масло из семян, листья, молодые побеги. Масло как у всех крестоцветных напоминает горчичное. В листьях содержится витамин С. Используют листья как салат. Масло идет как приправа для многих блюд.

Клоповник широколистный, хренок (*Lepidium latifolium* L.) - многолетнее травянистое растение. Растет по иловым берегам рек, засоленным лугам и солончакам, сорное. Встречается по всей республике, чаще в Зауралье. Используют в пищу молодые побеги, листья, семена. В листьях содержится 0,56% органических кислот, сапонины, витамин С, до 0,43% дубильных веществ, эфирные масла. В семенах содержится горчичное масло. Молодые побеги и листья, сильно размельченные, являются острой приправой к блюдам и салатам. Семена используются как пряность, заменяющая перец.

Часто в качестве приправ и для приготовления соков используют различные виды полыней (*Artemisia* L.). В нашей республике встречается 23 вида, большинство из которых широко распространены. Мы укажем только три вида.

Полынь эстрагон (*Artemisia dracunculus* L.) - многолетнее травянистое растение высотою до 100 см. Растет она по берегам рек, в степях, на залежах, по опушкам леса. Иногда в Предуралье по берегам рек образует большие заросли. Свежие и сухие надземные части растения употребляются в виде пряно-ароматической приправы к салатам, супам, овощам, мясу, подливам. Используют при солении огурцов, помидоров, грибов, квашении капусты, для приготовления маринадов и эстрагонной горчицы, а также для отдушки уксуса и в кондитерском производстве. В зеленой массе содержится 0,25-

0,8% эфирного масла. Листья богаты витамином С до 190 мг% и каротином (15 мг %) и могут использоваться для получения концентратов каротина.

Полынь горькая (*Artemisia absinthium* L.) - многолетнее травянистое растение. Растет на залежах, засоренных лугах, у домов, вдоль дорог во всех районах республики. Применяются листья в виде экстрактов, настоев, настоек. Тонизирует желудочно-кишечных тракт, усиливает секреторную и двигательную функции желудка и повышает аппетит, если принимать за 10-20 мин. до еды. Листья содержат гликозид абсинтин, смолу, эфирное мало, белок, крахмал, до 120 мг % витамина С, янтарную и яблочную кислоты.

Полынь обыкновенная, чернобыльник (*Artemisia vulgaris* L.) - многолетнее травянистое растение. Растет как сорняк, у домов, в садах и огородах, в прибрежных зарослях по всей республике. В пищу используются листья, цветки и стебли (как пряное растение) для придания аромата и вкуса маринадам, соусам, мясным блюдам. В зеленых частях содержатся до 120 мг % каротина, слизистые и смолистые вещества, инулин, следы алкалоидов и дубильные вещества.

Из этого же семейства сложноцветных используют пижму обыкновенную (*Tanacetum vulgare* L.). Это многолетнее растение растет по лесным дорогам, в кустарниках по поймам около рек и горных ручьев, на пустырях, около построек. Особенно часто встречается в поймах рек Ай и Юрюзань, по рекам Сим, Уфа, Зиган, Инзер, Белая. Растет куртинами, не образуя сплошные заросли. Используется пижма для изготовления кексов, пудингов и салатов, заменяя корицу. В ее надземных органах содержится до 0.34% эфирного масла, органические кислоты, дубильные вещества, алкалоиды, витамины. В блюда примешивают порошок из пижмы. Для этого цветочные корзинки измельчают, просеивают и используют при ароматизации первых и вторых блюд из дичи.

Из семейства сложноцветных назовем еще два вида, которые используются в основном как лекарственные растения, но также и как растения, служащие для питания.

Тысячелистник обыкновенный (*Achillea millefolium* L.) В пищу используются листья, цветки и молодые побеги. В листьях содержится до 0,8% эфирного масла, алкалоиды, органические кислоты, каротин, фитонциды, дубильные вещества, до 0,85 мг % меди. Из тысячелистника делают салат.

Девясил высокий (*Inula helenium* L.) В диетическом и лечебном питании используются корни.

Есть несколько видов растений из семейства губоцветных, которые являются пряно-ароматическими и используются для ароматизации пищи.

Душица обыкновенная (*Origanum vulgare* L.), одна из самых распространенных в республике растений, которая используется для заварки чая, в качестве пряности при изготовлении кваса, засолке и консервировании огурцов. Душицу используют при приготовлении различных овощных супов, соусов, добавляют к жареному, тушеному и печеному мясу. Молодые листья и стебли измельчают и обдают кипятком, отжимают, смешивают с творогом, мясом или яйцами и используют как начинку для пирогов. Душица является ценным лекарственным растением.

Чабрец маршала (*Thymus marschalliana* Willd.) и другие виды чабрецов также используются в пищевкусовой промышленности. В кулинарии используют главным образом верхушки растения с бутонами. В виде порошка в малых дозах они добавляются в овощные и мясные супы, прибавляются к рыбным блюдам, придавая им запах и вкус.

Для ароматизации пищи используют также мяту полевую (*Mentha arvensis* L.) мяту водяную (*M. aquatica* L.) и мяту длиннолистную (*M. longifolia* (L) Huds.). Траву этих видов применяют для ароматизации кваса, как пряность к пище, но в небольшом количестве. Траву мяты прибавляют для ароматизации компотов. Свежую зелень используют для засолки помидоров и огурцов, а также добавляют в хлеб, булочки, оладьи и творог используют как приправу к салатам, рыбе, мясным блюдам.

Из семейства зонтичных (*Apiceae* Lindl, *Umbelliferae* Juss.) широкое применение находит тмин обыкновенный (*Carum carvi* L.). Растет он на

лугах, лесных полянах по территории всей республики. Его семена кладут в супы, при квашении капусты, С тмином хорошо отваривать картофель в мундире. Молодые листья употребляют в свежем виде, прибавляя в салаты. В плодах тмина содержится от 2,6 до 7,6% эфирного масла, кумарины, флавоноиды, жирное масло (до 21%).

Лекарственное растение дудник дягилевый (*Angelica arhangelica* L.) дягиль лекарственный тоже может использоваться как пряно-ароматическое средство. У него используют молодые побеги и листья, а также корни и корневища. Вымытые и высушенные корни измельчают в порошок и добавляют в тесто, соусы, посыпают ими мясо при жарке.

3.5. Дикорастущие напиточные растения

Среди дикорастущих растений республики встречаются несколько видов, которые используются человеком для заварки чая и как кофе.

Для заварки чая применяются листья, цветки, а из корней, плодов делают суррогаты кофе.

Душица обыкновенная. Ее сушат, пьют как чай. Для заварки чая используют и зверобой продырявленный. Настой имеет горьковатый вкус. Зверобой, как и душицу сушат на зиму.

Иван-чай узколистный (*Chamerion angustifolium* (L.) Holub.). Мы уже упоминали об этом растении как овощном. Его листья служат прекрасной заваркой для чая, отсюда и дано ему название иван-чай. Отвар из листьев дает чай золотистого цвета, с приятным запахом и чуть вяжущим вкусом. Такой чай снижает боли при язвах желудка.

Земляника лесная. Их заваривают как свежими, так и сушеными. Этот чай обладает потогонным и мочегонным действием, поэтому его рекомендуют людям с заболеванием почек.

Отличным потогонным действием обладает чай из цветков липы мелколистной или сердцевидной (*Tilia cordata* Mill). Заваривают как чай. У липы используют не только цветки. В пищу идут молодые почки и листья. В

них содержатся слизистые вещества, придающие им специфический приятный вкус.

Для приготовления чая используют также надземную массу майника двулистного (*Maianthemum bifolium* (L.) F.W. Schmidt.) В работе [Кощеев, 1980] отмечается, что среди охотников, совершающих большие переходы по тайге, бытует мнение, что чай с майником способствует снижению усталости и повышению работоспособности. Заготавливают у него только листья.

Для ароматизации чаев используют некоторые виды мяты. Их надземные части опускают на некоторое время в уже заваренный горячий чай из многих трав и тут же выпивают. Содержащиеся в них эфирные масла успевают придать чаю аромат.

Некоторые дикорастущие виды растений могут быть использованы как суррогаты кофе. Наиболее популярными заменителями кофе являются корни цикория обыкновенного (*Cichorium inthybus* L.). Это многолетнее травянистое растение широко встречается в дикорастущей флоре республики. Для кофе используют корни цикория. В них содержится до 40-60% инулина. Корни сушат, размельчают на кофейной мельнице. Размолотые корни подмешивают к натуральному кофе.

Для приготовления кофе используют также корни лопуха большого (*Arctium lappa* L.). Для этого берут корни с однолетних растений. Выкапывают их осенью, моют, разрезают на куски, сушат, затем поджаривают и размалывают. Их также подмешивают к натуральному кофе. Из корней лопуха можно делать муку, в этом случае их не поджаривают. Из муки лопуха смешивая ее с двойным количеством ржаной или пшеничной муки, пекут хлеб или лепешки.

Кофе делают и из корневищ тростника обыкновенного (*Phragmites australis* (Са). С начала корневища промывают, сушат на воздухе, затем поджаривают в духовке до коричневого цвета, измельчают на кофейной мельнице.

Кофе можно изготовить и из корневищ сусака зонтичного (*Butomus umbellatus* L.). Это растение растет в прибрежной зоне и частично в воде.

Корни тоже как и у тростника сушат, размельчают и используют для приготовления кофе.

Кофе делают из желудей дуба черешчатого (*Queraus robur* L.). Очищенные от кожуры плоды, кладут в кастрюлю и обдают кипятком. Кастрюлю плотно закрывают крышкой и держат до полного остывания воды. Далее плоды сушат, поджаривают, размельчают на кофейной мельнице. Для приготовления кофе применяют и размолотые корни одуванчика лекарственного.

3.6. Дикорастущие крахмалоносные растения

Среди дикорастущей флоры республики имеется несколько видов, которые используются как заменители хлеба и крупы.

Марь белая или обыкновенная (*Chenopodium album* L.) и марь городская (*Ch. urbicum* L.). Эти растения растут как сорняки в посевах, в садах, огородах, в парках, по обочинам дорог. В пищу используются семена как суррогат муки и крупы. Молодые побеги идут как салат, для супа, щей, соусов и пюре. Семена мари белой использовали в неурожайные годы для приготовления муки. Их используют вместо пшена для приготовления каши.

В пищу используют семянки ежовника обыкновенного или куриного проса (*Echinochloa crusgalli* (L.) Beanv.). Это однолетнее растение растет на полях и пастбищах, в садах, на огородах. Из зерна делают муку, в них довольно много крахмала. Семена используют как корм домашней птицы.

Используют семена щетинника сизого или мышея сизого (*Setaria glauca* (L.) Beauv.). Это однолетнее травянистое растение также сорняк на полях, около заборов. Растет на приречных песках и галечниках.

Из дикорастущих водных растений республики можно получать муку.

Из корневищ кубышки желтой (*Nuphar lutea* (L.) Smith.) тоже получают муку. В них обнаружено до 20% крахмала. Для этого свежие корневища режут вдоль на полоски, сушат в тени, на открытом воздухе, подсушивают в печи и размалывают. В муке содержатся дубильные вещества. Для их

удаления муку заливают водой (5 л на 1 кг муки), выдерживают 3-5 часов и снова дважды заливают, выдерживают 5-6 часов. После этого муку сушат и используют для приготовления хлебобулочных изделий.

Используют для получения муки и корневища кувшинки белой (*Numphaca alba* L.). Из них также как из кубышки удаляют дубильные вещества.

Бубенчик лилиелистный (*Adenophora liliifolia* (L.) Bess.). У этого растения из сем. колокольчиковых (Campanulaceae) используют корневища. Они содержат до 48% инверстных сахаров. Корневища сушат, перемалывают в муку. Предварительно корневища отваривают в течение 40-50 минут, затем сушат, размалывают.

Таким образом, в дикорастущей флоре республики произрастает много видов растений, которые могут быть использованы как овощные, как приправы к другим блюдам, как крахмалоносные.

3.7. Грибы

Грибы распространены повсеместно: их споры, обрывки мицелия, другие образования, встречаются на почве и в воздухе, на суше в воде. Они развиваются на всевозможных естественных субстратах растительного и животного происхождения, а также на искусственных материалах созданных человеком. В XX в. перед человечеством встала проблема увеличения естественных и искусственных источников белка, дефицит которого становится все ощутимее. В связи с этим возникла необходимость введения в культуру новых белоксодержащих организмов, среди которых одним из наиболее ценных являются съедобные грибы. Культивирование съедобных грибов позволяет предотвратить пищевые отравления, вызываемые потреблением дикорастущих грибов. Выращивать съедобные грибы можно круглый год вне зависимости от климатических и почвенных условий, на питательных субстратах, малопродуктивных для иных целей, например на разных не пищевых отходах; при этом субстрат обычно используется

дважды: после сбора урожая грибов он становится ценным источников перегноя для садоводства и овощеводства. Повышение спроса на грибы на мировом рынке способствовало дальнейшему усовершенствованию методов их выращивания на основе глубокого изучения биологии культуры.

Несмотря на большое разнообразие грибов, у них есть общее – наличие мицелия или грибницы, представляющей собой систему тонких ветвящихся нитей или гиф. Через грибницу осмотическим путем происходит всасывание пищи.

Грибы живут всюду: в почве, в древесине деревьев, паразитируют на травянистых высших растениях; есть грибы, питающиеся только тканями насекомых и т.п. Особенно много грибов паразитирующих на культурных растениях и на носящих огромный ущерб растениеводству. Существует специальный раздел науки микологии (раздел ботаники, изучающий грибы), фитопатология - защита растений от болезни. Большинство же болезней вызывается грибами. Из них особенно заметны склероции спорынья в колосьях ржи; ржавчинные грибы на листьях; головня на початках кукурузы, колосьях злаковых культур и т.п. [Гарибова, 1998].

В настоящем разделе мы остановимся только на особой группе грибов – шляпочных, которые в основном используются человеком в пищу.

В Башкортостане наиболее распространенными шляпочными грибами являются 70 видов, которые довольно хорошо описаны в книге [Миркин, Наумова, 1979].

В сосновых лесах из шляпочных грибов встречаются масляники (*Suillus* S.F. Gray.). В наших лесах маслята особенно часто поселяются в молодых посадках сосны. В молодых сосняках Давлекановского района встречаются места, где вся почва сплошь покрыта ими. Из маслят в сосняках распространены масляник поздний или настоящий (*S. luteus* S. F. Gray.) и масляник зернистый (*S. granulatus* (Fr.) O. Kantze.). Раньше в (июне) появляется масляник зернистый, а затем масляник настоящий (в июле). Масляники собирают молодыми, они быстро заражаются личинками грибковых мух. Их маринуют, поджаривают свежими.

В сосновом лесу около дорог обычными являются рыжики сосновые (*Lactarius deliciosus* (Fr) S.F. Grau.). Первая волна рыжиков появляется в июне и они держатся почти до осени. Рыжики тоже очень быстро повреждаются личинками грибных мух, поэтому их надо собирать раньше, когда диаметр шляпки 2-5 см. Обычно применяют сухой посол. В этом случае грибы не моют, а протирают тряпкой и укладывают в тару слоями, посыпая солью (40 г. на 1 кг рыжиков).

Гордостью наших лесов являются белые грибы, боровики (*Boletus edulis f. pinicola* (Vitt) Vassilk.). В сосняках растет форма белого гриба соснового. Эта форма белого гриба, произрастающего в сосновых лесах имеет шляпку темно-окрашенную, красновато-коричневого цвета, иногда с фиолетовым оттенком. Ножка сильно утолщенная, белая или светло-буроватая. Белые грибы растут только в сосняках, расположенных на более или менее песчаных почвах. Такие сосняки в Башкирии расположены на северо-западе. Особенно часто они появляются в сосняках Дюртюлинского района.

В сосновых лесах часто вместе с масляниками растет мокруха пурпуровая (*Gomphidius rutilus* (Fr) Lundell et Nannf.). Она появляется ближе к осени - в августе. У нее шляпка конически округлая, затем слабовыпуклая, с бугорком, каштаново-, красно- или медово-коричневая с кукурузным оттенком. Пластинки сначала охряно-розоватые или буроватые, затем пупурно-коричневые. Ножка одного цвета со шляпкой. Вкус мокрухи не особенно хороший, но при горячем посоле они удовлетворительные.

Одними из первых в сосновых лесах появляются сыроежки: сыроежка болотная (*Russula paludosa* Britz.), сыроежка едкая (*R. emetica* (Fr) S.F. Gray.), сыроежка розовая (*R. rasacea* Fr.). Эти грибы собирают редко, хотя они годятся для засолки.

Из ядовитых грибов в сосняках встречаются, в основном, два вида мухоморов: мухомор красный (*Amanita miscaria* (Fr.) Hooker.) и мухомор поганковидный (*A. mappa* (Fr.) Quel).

Ближе к осени в сосновом лесу появляются рядовка серая (Fricholoma portentosum (Fr.) Quel.).

Кроме указанных видов в сосняках, и особенно с примесью березы и других лиственных пород, можно увидеть также горькушу (*Lactarius rufus* (Fr.) Fr.), моховик зеленый (*Xerocamus subtamentosus* (Fr.) Quel.) и др.

Елово-пихтовые леса имеют только ряд видов съедобных шляпочных грибов. Здесь довольно часто можно увидеть, особенно на северо-востоке республики белый гриб еловой формы (*Boletus edulis* f. edulis Fr.). В отличии от белых грибов из сосняков у них шляпа бурая или коричнево-бурая. Ножка сначала клубневидная, затем вытягивающаяся, утолщенная внизу, белая или буроватая. Появляются белые грибы с конца июня. Часто эта форма грибов попадается в елово-сосновом лесу около с. Тастуба в Дуванском районе.

По обочинам дорог, в более светлых участках леса в елово-пихтовых лесах обычен рыжик еловый *(Lactarius deliciosus* f. piccis Vassilkov.). Шляпка у него мельче, тоньше, более ломкая, чем у рыжика соснового.

Иногда в ельниках можно в августе найти груздь желтый (*Lactarius scrobiculatus* (Fr.) Fr.). Этот вид, как свидетельствует само название, имеет желтоватый цвет. Шляпка одной окраски с ножкой. Вместе с ними растут сухие грузди или подгрузокбелый (*Russula delica* Fr.). Если грузди желтые не образуют больших групп, то сухие грузди встречаются в массе. В ельниках бывает много и сыроежек, но здесь есть и другие виды, чем в сосняках. Для еловых лесов характерна сыроежка синяя (*Russula azurea* Bress.).

В лиственничниках есть виды грибов, которые приурочены именно к этим лесам, так как они образуют с этой породой михоризу. Из этих грибов отметим прежде всего два вида масляников: масляник лиственичный (*Suillus grevillei* (Klotsch) Sing.) и масляник серый (*S. acruginascens* (Secr) Snell.). Эти виды грибов отмечаются в листвягах в Ургунском бору Учалинского района. Они характерны для Башкирского государственного заповедника. В этом заповеднике было обнаружено еще два вида, характерных для лиственничников: болетинус винно-красный (*Boletinus asiaticus* Sing.) и болетинус полоножковый (*B. cavipes* (Opat.) Kalchbr.). Они съедобные, но не

особенно высокого качества. Кроме этих видов, в листвягах встречаются сухие грузди. А там, где лиственница растет вместе с сосной, растут рыжики сосновые, белые грибы сосновые.

Грибами более богаты лиственные леса. Особенно богаты грибами березовые леса. В старых березняках в нашей республике растут белые грибы формы березовой (*Boletus edulis* F. betulicola Vassilkov.). У него шляпка охряно-желтоватая или светло-буроватая. Ножка толстая, не длинная. Такая форма грибов встречается около д. Бартым в Караидельском районе. В старом березняке был проведен учет белых грибов (табл. 1).

Из данных таблицы видно, что наиболее продуктивными являются белые грибы в длину 15 см, при этом их вес достигает более 170 г. Белые грибы таких размеров наиболее удобны для заготовки. В это время они редко бывают повреждены личинками мух, имеют высокое качество и хорошо сушатся. Следует сказать, что белые грибы целесообразно использовать только для сушки. Сушеные белые грибы не чернеют. Суп из белых грибов ароматен, при варке абсолютно прозрачен.

Таблица 1

Продуктивность белых грибов формы березовой разного возраста

Длина гриба, см	Длина шляпки, см	Ширина шляпки, см	Ширина ножки, см	Вес шляпки, г	Вес ножки, г	Вес сырого гриба, г
11,0	3,1	5,5	4,0	28	39	67
9,4	3,3	5,6	3,1	23	20	43
14,6	4,0	8,4	5,6	77	94	171
10,0	2,6	6,7	5,0	34	42	76
7,0	2,5	4,3	3,4	11	23	34
9,6	3,0	8,2	4,9	41	52	93

В березовых лесах растет еще один вид гриба первой категории груздь настоящий или сырой (*Lactarius resimus* (Fr.) Fr.). У него шляпка плотная, мясистая, слизистая, с завернутыми вниз густопушистым или лохматым краем, бахромчатые. Ножка цилиндрическая, гладкая, белая. Млечный сок белый, на воздухе желтеющий, с едким вкусом. Сырой груздь идет, в

основном, на засолку. Особенно много сырых груздей встречается в березняках Зауралья. В Учалинском районе особенно много сырых груздей в березняках около с. Вознесенка.

Для березовых лесов характерным является подберезовик обыкновенный, обабок (*Leccinum scabrum* (Fr.) S,F. Gray). С площади 100 м^2 можно собирать от 5 до 12 грибов. Для сушки лучше использовать грибы средних размеров (55 – 30 г шляпка и 23-26 г ножка). Молодые подберезовики по промерам (д. Никитино Белокатайского района) имеют длину до 12 см и вес до 25 г, в то время как старые грибы достигают 22 см и 113 г веса (94 г шляпка и 19 г ножка).

В березняках имеются весьма привлекательные на вид волнушки розовые (*Lactarius torminosus* (Fr.) S.F. Gray.) и волнушки белые, белянки (*L. pubescens* (Fr. ex Krombh.) Fr.). У волнушек шляпка плоская, с сильно завернутым пушистым краем, ножка цилиндрическая, полая. У волнушки розовая шляпка, как видно из названия гриба, красновато-розовая, а у белянки - белая. Оба эти вида используются для засолки. В березняках бывает много сухих груздей и сыроежек.

В осиновых лесах, кроме указанных видов для березняков, встречаются подосиновики красные (*Leccinum aurantiacum* (Fr.) S.F. Gray) и подосиновики желто-бурые (*L. testaceoscabrum* (Secr.) Sing). Они также идут для сушки, но они при этом синеют, а суп из сушеных грибов получается темным. В осинниках растет и груздь осиновый (*Lactarius controversus* (Pers.) Fr.), у него шляпка белая, ножка плотная. Их хорошо солить.

В дубовых лесах, кроме прочих видов, имеются виды, характерные для них: дубовик оливково-бурый *(Boletus luridus* Fr.), дубовик крапчатый (*B. erythropus* (Fr.) Secr.). Это крупный гриб, напоминающий по форме подосиновик, но с темно-бурой шляпкой, но трубчатый слой у них не серого, а красноватого цвета. Очень похож на дубовик моховик зеленый (*Xerocomus subtomentosus* (Fr.) Guel). В дубняках больше, чем в других лиственных лесах, встречается валуи (*Russula foetens* (Fr.) Fr.). У него маслянистая желтая шляпка, у молодых - шаровидная. Ножка всегда полая.

В липовых, кленовых лесах встречаются многие виды из перечисленных выше грибов, но чаще там можно найти опята: опята настоящие (*Armillariella mella* (Fr.) Karst) и опята летние (*Kuchneromyces mutabilis* (Fr.) Sing. Et A. H. Smith.).

В старых вязовых лесах встречаются вешенки: вешенка обыкновенная (*Pleurotus ostreatus* (Fr.) Kumm.), вешенка осенняя (*P. salignus* (Fr.) Kumm.). Они используются для маринования. Растут они группами на старых деревьях с ранней весны до осени [Круглякова, 1990].

Весной почти во всех лиственных лесах встречаются: сморчок обыкновенный (*Morchella esculenta* St. Am.) и строчок обыкновенный (*Gyromitra esculenta* (Fr.) Fr.).

В полезащитных лесных полосах, на пустырях можно обнаружить еще несколько видов грибов: свинушки - свинушка толстая (*Paxillus atrotomentosus* (Fr.) Fr.) и свинушка тонкая (*P. involutus* (Fr.) Fr.). На засоренных местах, на выгонах растут шампиньоны - шампиньон полевой (*Agaricus arvensis* Fr.), шампиньон обыкновенный (*A. campester* Fr.) и др.

ГЛАВА 4. ОБЪЕКТЫ И МЕТОДОЛОГИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ НЕДРЕВЕСНЫХ ЛЕСНЫХ РЕСУРСОВ

Материалы, положенные в основу работы, собраны и камерально обработаны в 1994-2013 гг. в Республике Башкортостан, где стационарными и маршрутными комплексными исследованиями были обследованы районы всех лесохозяйственных зон региона. Выбор территории республики в качестве модельного объекта обусловлен ее расположением в 4 географических зонах умеренного пояса: смешанных лесов, широколиственных лесов, лесостепной, степной и типичностью для регионов России эколого-ценотических и социально-экономических параметров, что позволяет экстраполировать полученные результаты и на другие регионы.

На основании литературных источников приведена подробная эколого-биологическая характеристика недревесных ресурсов леса в пределах Предуралья, Южного Урала и Зауралья [Линд, 1929; Сулла, 1935; Алисова, Котов, 1942; Клобукова-Алисова, 1958; Байков, 1968; Зигангиров, 1974; Мушинская, 1978; Ибрагимов, 1978; Миркин, Наумова 1979; Петров, 1980; Биглов, 1988; Кучеров, 1972, 1990, 2005].

Программа проведения исследований недревесных ресурсов леса была составлена с учетом имеющихся рекомендаций по изучению растительных и лесных сообществ [Измоденов, 1973; Зигангиров, 1975; Центросоюз, 1978, Калинина, 1984; Методика... , 1987; Бочарников, и др., 1996; Wyatt, 1991].

Программа работ включала: выявление основных видов недревесных ресурсов леса, изучение их распространения, эколого-ценотической приуроченности, особенностей формирования продуктивности ценопопуляций и влияния на нее экологических факторов, выявление запасов, динамики их урожайности и использования.

Методологической основой работы послужили фундаментальные положения общей экологии и фитоценологии, разработанные В.Н. Сукачевым, Т.А. Работновым, А.А. Урановым, А.С. Исаевым и другими, изучения эколого-ценотических особенностей видов - концепции о

ценоареале [Куваев, 1965], ценокомплексе [Пименова, 1971], ценопопуляции [Ценопопуляции растений, 1976, 1977], экологической нише [Раменский, 1938; Ellenberg, 1958, 1980], дополненные оригинальными методами Н.А. Некратовой и Н.Ф. Некратова [2005]. Исследования эколого-ценотических, продукционных и ресурсных характеристик проводили по общепринятым методикам [Скрябина, Ларина, 1967; Колупаева, 1971; Шретер, Крылова, 1977, 1986; Ягоды..., 1985; Скрябина, 1978; Методические рекомендации..., 1986; Скрябина, Сенникова, 1982; Веремьева, Черкасов, 1986; Положий и др., 1988; Буданцев, Харитонова, 1999; Мазная, 2002]. Типы леса (луга, заросли кустарников) с наличием ресурсного вида выделяли в камеральный период по лесотаксационным описаниям, землеустроительным, литературным и опросным материалам. Ягодоносную площадь (площадь зарослей) ресурсного вида определяли при полевых исследованиях путем картирования зарослей или подсчета площади, занятой ресурсным видом растений, на пробных площадках, трансектах, на маршрутах или глазомерно.

Фенологические наблюдения за развитием и состоянием растений в природных популяциях велись по методике И.Н. Бейдеман [1954, 1974] и «Программе фенологических наблюдений...» [1982], обработка материалов фенологических наблюдений проведена по общепринятым методам [Фенологические наблюдения..., 1982].

В период массового созревания плодов, наряду с количественным определением урожайности, глазомерно устанавливался балл интенсивности плодоношения по модифицированной шкале С.Г. Капера - А.Н. Формозова с обработкой материалов согласно рекомендациям К.Г. Колупаевой, А.А. Скрябиной [1979].

Изучение особенностей восстановления ценопопуляций лекарственных растений проведено по модифицированным методикам И.Л. Крыловой [1968, 1985], Т.В. Белоноговой, Н.Л. Зайцевой [1977].

Сбор материала по использованию лекарственных растений в народной медицине Республики Башкортостан проводился в 1994 – 2013 гг. путем анкетирования, личного опроса местных жителей во время экспедиционных

работ на территории республики. Оригинальные анкеты и интервью были составлены с использованием рекомендаций Н.Н. Монтеверде [1948] и включали вопросы, связанные с названием растения, местонахождением и местообитанием, формой и характером их использования, способах приготовления лекарственных форм, сроками сбора сырья. Растение включалось в список используемых в Республике Башкортостан, если о нем упоминало не менее 10% респондентов.

Выявление ассортимента и степени использования пищевых дикорастущих растений населением республики проводилось в сельских населенных пунктах в 1994 – 2013 гг. методами включенного наблюдения и углубленного интервью [Вопросы методики этнографических ..., 1970; Харамзин, 2001], дополненными и адаптированными с учетом задач исследования. Было опрошено и проинтервьюировано свыше 25000 сельских жителей всех возрастов (среднего и пожилого возраста; старше 30 лет).

Ассортимент и объем заготовок лекарственного сырья и дикорастущих плодов для личного потребления населением Республики Башкортостан определялся в результате анкетирования и опроса населения республики. Ежегодно обследовалось не менее 200 семей из различных населенных пунктов региона. Использовались также данные Башкирского республиканского управления статистики по бюджетному обследованию 200 семей в период с 1996 до 2013 гг.

Анализ организованных заготовок выполнен на основе данных центрального статистического управления и его региональных структур за период 1996 – 2013 гг.; ведомственных материалов райзаготконтор, Министерства лесного хозяйства Республики Башкортостан, лесхозов, Аптекоуправления и их правопреемников за период 1996 - 2013 гг.

Понятия и термины ботанического ресурсоведения приведены в соответствии с «Основными понятиями и терминами ботанического ресурсоведения» [2001]. Латинские названия растений приводятся по общепринятым стандартам [Черепанов, 1995; Овеснов, 1997; Иллюстрированный определитель растений Пермского края, 2007].

Для решения поставленных задач было выполнено 2300 геоботанических описаний, заложено 43200 учетных площадок для определения урожайности и запасов недревесных ресурсов леса.

4.1. Методы изучения лекарственных растений

Перед началом экспедиционного обследования ресурсов лекарственных растений необходимо собрать сведения, характеризующие флористический состав лекарственных растений обследуемого района. По литературным, гербарным, картографическим материалам составляется предварительный флористический список лекарственной флоры. Проводится ознакомительная работа с архивными материалами организаций, проводящих заготовку лекарственного сырья. Составляется маршрут обследования с использованием топографических и геоботанических карт.

Для определения запасов лекарственных растений на конкретных зарослях согласно Методике.... [1986] необходимо знать две величины – площадь заросли и урожайность (запас сырья на единице площади). Площадь заросли определяют: а) если заросль равномерно распределена по площади, ее очертания приравнивают к какой либо геометрической фигуре, размеры измеряют шагами. Если заросль соответствует выделу, то берут площадь выдела; б) когда заросли неравномерно распределены (пятна ландыша) и когда лекарственные растения занимают менее половины сообщества, сначала определяют площади всего участка, где встречается данный вид, а после процент площади, занятой зарослями. Для этого выдел пересекают параллельными и перпендикулярными маршрутными ходами, разбивая их на отрезки по 50-100 шагов, и в пределах каждого такого отрезка подсчитывают число шагов, пройденных по пятну. После суммируют все показатели на всех отрезках маршрутного хода, определяют процент заросли, а после ее площадь и рассматривают ее как одну заросль.

Урожайность надземных органов некрупных растений лучше всего определять на учетных площадках. При этом для низкорослых травянистых

растений можно использовать метод оценки запаса лекарственных растений по их проективному покрытию. Для крупных растений и оценке урожайности подземных органов допускается использование способа модельных экземпляров. Размер пробных площадок зависит от биологических и морфологических особенностей растения. Так, для травянистых растений закладывали пробные площадки размером 1 $м^2$ Для определения плотности запаса кустарниковых растений - размером 10 $м^2$, для крупных кустарников и небольших деревьев - 100 $м^2$. Площадки располагали по нескольким линиям - трансектам, пересекающим площадь участка через определенное, заранее заданное число метров. Число трансект и заданное расстояние между площадками зависит от площадки обследуемого массива. Число площадок должно быть достаточно большим. Этого требует статистический подход к оценке средней величине плотности запаса сырья. Необходимая точность оценки - 10-15%. Чем однороднее заросль растения, тем меньше число площадок требуется для получения достоверной средней арифметической, чем более неравномерно, вариабельно расположение растений - тем большее. Обычно таких площадок должно быть не менее 25, а для неравномерных - до 50-100 площадок. На пробных площадках определяется среднее проективное покрытие лекарственного растения и средняя масса сырья. Проективное покрытие - это процент площади, занятый проекцией надземных частей растений от общей площади пробной площадки. Если пробная площадка равна 1 $м^2$, то проективное покрытие отмечается на всех пробных площадках независимо от того, является ли оно равным 0 или какой-либо положительной величине. Численность растений устанавливается на пробных площадках подсчетом числа растений или побегов. Масса растений взвешивается с каждой площадки. Затем вычисляется средняя масса растения. Это метод определения плотности запаса по численности растений.

Для того, чтобы от плотности запаса сырья, характеризующей сырьевую продуктивность заросли, перейти к биологическому запасу, определяли площадь массива, занимаемого изучаемым растением. Площадь массива вычисляется рулеткой, шагомером, по спидометру машины (если

крупный массив). Произведение плотности запаса сырья (в единицах массы на единицу площади - г/м^2, кг/га) на площади массива растения, дает величину биологического запаса сырья (в единицах массы - кг, т).

Все записи проводятся в полевом дневнике - местоположение массива, данные учетных площадок с обозначением массы сырья и т.п.

После завершения полевых работ проводится камеральная обработка собранного материала.

Эксплуатационный запас по видам сырья устанавливается в зависимости от биологического и характеризует ту массу сырья, которую можно изъять на участке заготовки, не подрывая возможности восстановления ценопопуляций лекарственных растений. Ориентировочно для растений, у которых сырьем являются надземная части – трава, лист, цветки, соцветия, ежегодные возможности промышленных заготовок составляют не более 1/3-1/4 общих возможностей ежегодных заготовок; у плодов и семян 1/3-1/5; почек – 1/10-1/15; корней, корневищ, клубней и луковиц – 1/10-1/20. [Шапкин и др., 1999]. Однако эксплуатационный запас необходимо для каждого растения устанавливать в зависимости от биологии вида, его встречаемости, редкости и т.п. Под ежегодной заготовкой сырья понимается заготовка в каждом календарном году. Необходимо также установить очередность заготовки сырья на каждом участке заготовки. Период очередности включает в себя число лет, в течение которых проводят сбор сырья и число лет, необходимое для восстановления популяции растения после сбора, Для каждого вида растения очередность заготовки разная. Например, для горицвета весеннего - 3 года, для ландыша - 6 лет. Рекомендуемая ежегодная заготовка определяется не только ресурсами сырья, но и организационными факторами.

Ежегодный запас сырья вычисляется по формуле:

$$R = P \times (T_1/T_1+T_2), \text{ где}$$

P - эксплуатационный запас сырья;

T_1 - число лет заготовки в периоде очередности;

T_2 - число лет, необходимое для регенерации популяции;

$T_1 + T_2$ - период очередности заготовки.

Для составления карт размещения участков заготовок и запасов лекарственных растений необходимо сделать выкопировки из имеющихся крупномасштабных карт лесничеств, карт землеустройства и т.п. и на них нанести данные, полученные в результате расчетов.

Могут быть составлены схематические карты биологических, эксплуатационных, ежегодных запасов сырья. По этим картам легко ориентироваться заготовителям и по ним составлять прогнозы заготовок того или иного лекарственного растения.

4.2. Методы изучения дикорастущих плодово-ягодных растений

Определение мест и ориентировочного запаса плодово-ягодных растений можно производить путем опроса государственной лесной охраны и местных жителей, т.е. способом анкетной инвентаризации.

Более точным методом учета является определение урожайности ягод весовым способом с определенной площади.

Для учета урожая плодов и ягод, произрастающих в сомкнутых или полусомкнутых растительных группировках, закладывали пробные площадки, размер которых устанавливается в зависимости от характера самой растительности, а также с учетом общих условий для описания запасов других групп сырьевых растений. Чаще всего пробная площадка устанавливается 100 $м^2$. На выделенной пробной площадке выбирается несколько модельных деревьев и кустарников, с которых собираются по возможности все созревшие плоды (семена). Срезанная или собранная масса плодов взвешивается в свежем состоянии и складывается для просушки до воздушно-сухого состояния и снова взвешивается после сушки. Модельные деревья и кустарники рекомендуется отбирать из разных возрастных групп, так как урожай плодов может сильно колебаться в зависимости от возраста. В некоторых случаях (особенно с крупных деревьев) весь урожай не может быть снят по чисто техническим причинам. Тогда приходится подвергать

взвешиванию только снятую часть урожая, определяя глазомерно процент оставшихся на дереве плодов.

Часто урожайность плодов определяют по В. Каперу - А.Формозову в баллах: 0 - полный неурожай; 1 - очень плохой урожай, плоды имеются в очень небольшом количестве на единично стоящих деревьях; 2 - слабый урожай на отдельно стоящих деревьях, в глубине леса урожая почти нет; 3 - средний урожай на отдельно стоящих деревьях; 4 - хороший урожай, обильное плодоношение на единично стоящих деревьях почти повсеместно; 5 - очень хороший урожай повсеместно как на отдельно стоящих деревьях, так и в глубине леса.

Величину урожайности можно определить на модельных экземплярах, собирая на них плоды и взвешивая их. Потом подсчитывается число встречающихся плодоносящих деревьев на учетной площадке и затем пересчитывается урожай на описываемой площади.

При подсчете урожая мелких ягодников (клюква, брусника, малина, ежевика, земляника, черника и др.) берут учетные площадки в 1 $м^2$ на которых собираются все ягоды, определяется их масса, и полученные данные пересчитываются на 1 га площади ягодника, а в последующем и на всю лесопокрытую площадь.

На этих же площадках при необходимости можно определить и запас фитомассы ягодных растений.

4.3. Методы изучения кормовых растений

При изучении ресурсов кормовых растений необходимо знать: 1) фазы развития по сезонам года и по годам жизни; 2) как охотно, в какое время года, по фазам вегетации, каким видам скота выдается растение и как влияет на здоровье животных и на его продукцию скармливание растения; 3) химический состав растения; 4) питательную ценность растения; 5) урожайность и отавность; 6) требования к климатическим условиям и к почве.

Требуется весьма тщательное изучение фаз вегетации и состояния кормовых растений в течение всего вегетационного периода растений. Очень важно знание того, каким видом скота, когда и как поедается растение. В ранние фазы вегетации растения, как правило, поедаются лучше, чем в более поздние фазы. Обычно с конца цветения даже хорошие кормовые растения поедаются плохо. Не все части растения поедаются одинаково. Наблюдения за поедаемостью растений животными необходимы для предварительной оценки питательной ценности растения. Надо определять в нем содержание воды, золы, сырого протеина, белка, клетчатки, безазотистых экстрактивных веществ, фосфора, витаминов, аминокислот и т.п. Для анализа растение берется в фазе цветения, а также в других фазах.

Урожайность и отавность кормового растения определяется теми же методами, что и для других групп полезных растений. Закладываются учетные площадки 1 $м^2$, растения срезаются на высоте 3-4 см от поверхности почвы. Вся масса растений срезается и взвешивается, как правило, с 1 $м^2$. После взвешивания растения сушатся, доводятся до воздушно-сухого состояния и затем вновь взвешиваются - получается вес сена.

При необходимости растения собирают в 10-15 кратной повторности, т.е. срезать траву с такого количества учетных площадок. Для анализа можно брать среднюю пробу.

Собранная проба после сушки разбивается по фракциям: злаки, бобовые, разнотравье (представители других семейств), осоки. Каждая фракция взвешивается и определяется в процентном соотношении (100%-ный вес всей пробы травы с площадки в 1 $м^2$).

4.4. Методы изучения пищевых растений

В группу пищевых растений входят растения, у которых используются в пищу корни, корневища, клубни, луковицы, стебли, листья, цветки, плоды, семена и другие части растения.

Все перечисленные части растения используются сырыми, вареными, засоленными, заквашенными, высушенными, поджаренными, законсервированными и т.п. Из пищевых растений может быть выделено определенное вещество (сахар, крахмал, кислоты, витамины и т.п.), которые в том или ином виде могут быть использованы в пищу. Имеется группа пищевых растений, которые могут служить для ароматизации пищи, как вкусовая приправа [Медведев, 1957].

Пищевые растения разделяются на несколько подгрупп: 1) салатно-овощные; 2) крахмалоносы; 3) сахаро- и инулинносы; 4) белок дающие; 5) сочноплодные и сочно-семенные растения; 6) твердоплодные (орехоплодные); 7) напиточные; 8) ароматические и пряно-вкусовые.

Нами выделены из этих пищевых растений отдельно плодово-ягодные и орехоплодные растения, о ресурсах которых мы уже упоминали.

В виду большого разнообразия указанных подгрупп трудно выделить какие-либо специфичные методы исследования пищевых растений. Наиболее правильным методом изучения является сбор сведений (опроса) местного населения об употреблении в пищу растений. Установив набор местных пищевых растений расспросным методом, следует некоторые из них собрать в количестве, достаточном для проведения исследования химического состава растения. Применяется оргалептический метод - проба на вкус и запах.

Для изучения пищевых растений в полевых условиях необходимо некоторое оборудование: 1) банки стеклянные разной емкости (500-250 мл и др.); 2) пробирки обыкновенные; 3) пробки, капельницы для раствора йода, соляной кислоты; 4) спиртовки; 5) покровные стекла; 6) коробки; 7) йодистый калий (1-2%-ный раствор); 8) соляная кислота; 9) спирт; 10) терка для овощей; 11) сосуды различной емкости для воды; 12) фильтровальная бумага.

У салатных растений следует подвергать исследованию листья в молодом состоянии. Для установления наличия крахмала следует измельчить растение, промыть водой через сито, дать отстояться. К осадку прилить 1-

2%-ный раствора йодистого калия и добавить каплю 1-2%-ного раствора соляной кислоты. Синее окрашивание служит указанием на присутствие крахмала. Кроме того, необходимо собрать образец растения в том виде, в каком он находит применение. Очень важно проводить запись рецептов использования растения, полученные опросным методом.

4.5. Методы изучения жирномасличных, эфирномасличных, дубильных и красильных растений

Жирные масла в химическом отношении представляют собой безазотистые органические вещества, являющиеся смесями эфиров глицерина и различных жирных кислот. В жидких жирах преобладает олеиновая, а в твердых - пальмитиновая и стеариновая кислоты. Всего в растительных жирах найдено около 36 кислот. Одной из характерных реакций жиров является их расщепление под влиянием едких щелочей. При этом жир распадается на глицерин и кислоту, дающую со щелочью мыло.

Главной отличительной особенностью жирных масел, которая может служить для установления присутствия этих веществ в растении, является их способность образовывать на фильтровальной бумаге жирное (масляное) пятно, не исчезающее с течением времени. Этот способ рекомендуется для определения присутствия жирного масла в полевых условиях. Исследуемая часть растения кладется на кусок фильтровальной бумаги, под которую подкладывается металлическая или фарфоровая пластинка. Нажимается сверху и если есть жирное масло, на фильтровальной бумаге остается жирное пятно.

Эфирные масла свойственны почти всем органам растения и могут содержаться в цветах, плодах, стеблях, луковицах, корнях, корневищах. Общим свойством их является летучесть. Для этого достаточно растереть растение и сразу будет ощущаться запах масла. Можно часть растения поместить в колбу с водой и подвергнуть нагреванию. При этом эфирное масло сразу можно уловить по запаху [Колесникова и др., 2001].

О наличии дубильных веществ можно судить по вяжущему вкусу, если пожевать исследуемую часть растения.

Волокнистые растения отличаются тем, что в них много грубых волокон. Эти растения при разломе образуют волокна, плохо отделяющиеся от целого растения.

Красящие вещества содержатся в подземных и надземных частях растения. Особенно богаты красящими веществами виды, которые содержат значительное количество дубильных веществ. При изучении красильных свойств растений в полевой обстановке необходимо обращать внимание на следующие признаки: окраска корней, цвет сока растения и его изменение на воздухе, яркость и прочность окраски лепестков, их поведение при сушке - неизменяемость цвета или наоборот, обязательное его изменение при сушке, почернение и побурение растения. Хорошим методом определения наличия красящих веществ может быть также получение спиртовой вытяжки пигмента. Для этого маленький кусочек растения бросают в пробирку со спиртом, который вскоре окрашивается в соответствующий цвет.

Сушка изучаемого растения должна проводиться в тени. Для окрашивания тканей существует специальная методика, которая является очень сложной. Высушенное растение или его часть измельчается. Измельченную массу помещают в эмалированную кастрюлю с водой (соотношение 1:10) и нагревают в течение 4 часов при температуре 80^{0}С. Затем полученную вытяжку фильтруют или процеживают через тряпку. Для изготовления щелочной вытяжки употребляют 1%-ный раствор соды, а для кислой - 1%-ный раствор уксусной кислоты. Затем в этот раствор помещают ткань.

Окрашивание ткани или других веществ весьма сложный процесс и он проводится не в домашних условиях, на которых мы не останавливаемся.

4.6. Картирование запасов полезных растений

Важнейшее место в комплексе методов, применяемых для определения величины природных запасов растительного сырья, принадлежит картированию. Под картированием здесь понимается весь процесс, начиная с работы в поле и кончая оформлением полевых исследований в виде различных ресурсоведческих карт. Ресурсоведческие карты выполняют две главные функции в исследовании запасов сырья. Во-первых, они показывают размещение сырьевых растений и изменчивость концентрации их запасов по поверхности Земли. Во-вторых, они используются для вычисления площадей, в пределах которых распределен запас, и таким образом, их изучение дает величины, которые входят как необходимые компоненты в количественный учет запасов сырья.

Ресурсоведческая карта, как и любая другая, выполняется на картографической основе. Картирование сырьевых растений может быть сведено к трем основным видам: а) глазомерной съемке; б) инструментальной и в) аэрофотографированию. Глазомерная съемка представляет собой наиболее простой, но также и наименее точный метод. Полуинструментальная съемка требует много времени, специальных инструментов. Маршрутная съемка проводится лишь по заранее намеченным маршрутам. Результаты эти наносятся на различные типы карт. Составляются схематические карты точечного ареала, показывающие ареалы изучаемого растения уже на геоботанической, топографической карте. В тех случаях, когда проведена сплошная инвентаризация растения, составляются карты с заливкой площади распространения растения. Для каждого вида полезного растения применяются различные краски.

Простейшей картой общей ориентировки о распространении какого-либо растения может считаться карта ареала. Карта ареала составляется обычно при ботанико-географических или флористических исследованиях. Ареал любого растения может быть нанесен целым рядом способов: 1) обведением области распространения сплошной линией; 2) заливкой этой

области краской (или нанесением штриховки); 3) точками. Точечный ареал дает первую и самую грубую ориентировку для определения очертаний территории, где растет изучаемое растений. Главным и основным недостатком его является то обстоятельство, что по расположению точек на карте нельзя судить о мощности зарослей, о густоте распределения вида в пределах обследуемой территории. Очень важно использовать в качестве основы для нанесения сырьевых растений геоботанические карты. Карты могут составляться различных масштабов. Наиболее распространены следующие масштабы: 1:10000; 1:25000; 1:50000; 1:100000; 1:200000; 1:500000 и др.

ГЛАВА 5. РЕСУРСЫ ДИКОРАСТУЩИХ ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ

Лекарственные растения в основном применяются в медицинских целях для профилактики или лечения различных заболеваний: примерно каждый третий лечебный препарат производится из растительного сырья или с добавлением растительных компонентов. В результате этноботанических исследований на земном шаре обнаружено около 800 растений, которые могут применяться как противодиабетические средства. Из них экспериментально изучено приблизительно 300 [Сало, 1975; Шретер, 1980; Саньков, 2001; Aguilar, Javier, Roman, Luis, 1993, Lin, 2005]. При лечении некоторых тяжелых заболеваний используются почти исключительно препараты из растений. Так, для лечения наиболее распространенных сердечно-сосудистых заболеваний, препараты из растений составляют 77%; для лечения заболеваний печени и желудочно-кишечного тракта – 74%; для лечения дыхательных путей – 73% и т.п.

Эти данные свидетельствуют о том, насколько важны квалифицированные сбор, заготовка и применение лекарственных растений.

Целебные свойства лекарственных растений обусловлены действующими или фармакологически активными веществами – алкалоидами, гликозидами, сапонинами, таннинами, ферментами, витаминами, гормонами, фитонцидами. Именно они наиболее ценны, хотя и содержатся в растениях в минимальных количествах. Принятые внутрь или наружно, эти вещества помогают больному организму справиться с недугом [Сурина и др., 1974; Тагильцев и др., 2003].

5.1 Лекарственные растения лесов Южного Урала

Заготовку лекарственных растений в России проводят несколько организаций – потребкооперация, производственное объединение «Фармация», Министерство лесного хозяйства РБ и некоторые аптечные сети. Анализ заготовок в Республике Башкортостан (табл. 5.1) показывает, что

ежегодно заготавливается от 100 до 500 т лекарственных растений. В нашей республике произрастает 120 видов лекарственных растений, применяемых в научной медицине, и 200 видов, используемых в народной медицине, что составляет более 20% от числа всех видов, произрастающих в республике. Заготавливается из них в настоящее время от 37 до 60 видов растений [Мухаметшина и др., 1989].

Во флоре Башкортостана Кучеровым Е.В. выделяется около 80 видов пищевых растений, содержащих витамины [Кучеров, 2004]. Многие дикорастущие пищевые и лекарственные растения помимо витаминов, содержат важные микроэлементы и другие биологически активные вещества. Эти растения могут играть важную роль не только в диетическом питании, но и служить неисчерпаемым ресурсом для создания новых функциональных фитонапитков оздоровительного действия. В регионах с неблагополучной экологической ситуацией, когда в организм поступают суперэкотоксиканты, биологически активные компоненты, содержащиеся в различных частях лекарственных растений, могут существенным образом оздоровить функционирование жизненно важных органов человека [Осипов, 2001; Ермолаева, 2005: Фахретдинов и др., 2006].

Береза бородавчатая *(Betula pendula* Roth*)*

Береза – быстрорастущее листопадное высокое (до 30 м) дерево семейства березовых, с гладкой белой корой. Всего род березы содержит 120 видов, занимает 13% площади всех лесов России и живет до 100 – 150 лет. Листья и молодые веточки душистые, покрыты смолистыми железками. Мужские и женские цветки в сережках. Цветет береза весной, во время распускания ее почек. Мужские соцветия, расположены кистью по 2 – 4 и состоят из множества тычиночных цветков. В сережках вырабатывается большое количество желтой порошкообразной пыльцы, которая далеко разносится ветром. Женские сережки, содержат множество мельчайших женских цветков, состоящих только из одного пестика. В конце лета разросшиеся сережки становятся бурыми и начинают рассыпаться на мелкие трехлопастные чешуйки и крошечные перепончатые плоды.

Таблица 5.1

Заготовки дикорастущих лекарственных растений в Республике Башкортостан, т (1978 – 1987 гг)

Вид растения	Среднее за год (1978 – 1982)	Год					Итого за 5 лет	Среднее за год
		1983	1984	1985	1986	1987		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Береза бородавчатая (почки)	4,08	3,887	6,074	4,580	4,114	4,164	22,819	4,564
Боярышник кроваво-красный (плоды)	1,848	1,495	3,991	2,085	1,854	2,485	11,910	2,382
Валериана лекарственная (корни и корневища)	0,012	–	0,034	0,051	0,002	0,020	0,107	0,021
Василек голубой (лепестки цветков)	0,032	0,062	0,053	0,112	0,109	0,074	0,410	0,082
Горицвет весенний (надземная масса)	76,319	75,356	59,232	51,805	42,25	41,274	269,92	53,983
Горец змеиный (корни и корневища)	–	0,052	0,046	0,061	0,109	0,073	0,341	0,068
Горец птичий, спорыш (надземная часть)	2,92	4,267	0,112	2,493	1,625	1,950	12,441	2,489
Девясил высокий (корни и корневища)	0,869	0,55	0,26	0,54	0,32	0,23	1,9	0,38
Дуб черешчатый (кора)	67,542	88,474	64,341	55,087	56,738	35,392	300,0	60,0
Душица обыкновенная (верхняя часть растений)	30,096	35,701	28,874	24,471	35,55	26,724	151,32	30,264
Дудник дягилевый (корни и корневища)	1,368	0,353	0,719	0,526	0,17	–	1,768	0,354

Продолжение табл. 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Жостер слабительный (плоды)	8,043	3,219	1,358	0,93	0,465	0,505	6,479	1,296
Зверобой продырявленный (верхняя часть растений)	10,751	9,947	11,794	6,640	9,686	6,730	44,797	8,959
Калина обыкновенная (кора)	0,192	0,018	–	–	0,024	0,023	0,065	0,013
Калина обыкновенная (плоды)	1,473	0,802	2,088	9,930	1,439	3,369	17,628	3,525
Крапива двудомная (листья)	31,813	21,564	22,351	27,178	21,644	14,671	107,408	21,482
Кровохлебка лекарственная (корни и корневища)	–	0,045	0,009	0,037	0,020	0,014	0,125	0,025
Крушина ломкая (кора)	12,302	12,971	9,653	4,493	5,684	1,807	34,608	6,921
Ландыш майский (цветки и листья)	0,645	–	–	–	–	–	–	–
Липа мелколистная (цветки)	3,529	0,477	7,271	0,913	3,323	2,349	14,333	2,866
Лопух большой (корни и корневища)	–	0,045	0,021	0,021	0,022	0,016	0,125	0,025
Мать-мачеха (листья)	8,149	10,012	7,556	5,859	5,015	8,263	36,705	7,341
Ольха серая (соплодия)	7,730	5,919	7,764	9,032	8,439	5,66	36,814	7,363
Пастушья сумка (надземная масса)	0,547	0,978	0,430	0,440	0,099	0,152	2,099	0,419
Пижма обыкновенная (цветки)	10,814	2,940	4,174	2,668	2,623	3,742	16,147	3,229
Подорожник большой (листья)	2,304	2,526	2,724	2,043	2,203	2,306	11,802	2,360
Полынь горькая (надземная масса)	14,367	5,536	0,078	1,040	0,757	0,765	8,167	1,635
Пустырник пятилопастный (надземная масса)	16,752	10,72	13,699	14,794	10,494	9,874	59,581	11,916

окончание табл. 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Ромашка пахучая (цветки)	0,41	0,328	0,253	0,359	0,334	0,235	1,509	0,301
Рябина обыкновенная (плоды)	7,548	9,308	14,879	15,955	11,689	24,027	75,858	15,172
Смородина черная (ягоды)	–	0,10,1	0,176	0,053	0,045	0,041	0,416	0,083
Сосна обыкновенная (почки)	3,64	6,59	11,334	8,832	8,380	9,435	44,57	8,914
Тысячелистник обыкновенный (верхняя часть растений)	7,637	114,289	5,69	4,264	4,862	3,634	32,739	6,548
Хвощ полевой (надземная масса)	0,101	0,096	0,030	0,020	0,050	0,031	0,227	0,045
Хмель обыкновенная (шишки)	–	0,309	0,231	0,157	0,123	0,365	1,185	0,237
Чабрец (надземная масса)	1,22	3,682	1,295	2,203	2,589	1,726	11,495	2,299
Чага (плодовое тело)	4,54	2,663	3,026	4,130	3,852	4,171	17,842	3,568
Череда трехраздельная (надземная масса)	2,674	2,033	2,292	3,070	2,164	2,150	11,709	2,342
Черемуха обыкновенная (плоды)	38,944	19,581	68,934	59,728	33,998	37,38	219,621	43,924
Шиповник майский (корни и корневища)	29,732	44,547	41,109	43,795	34,39	163,77	327,611	65,522
Щитовник мужской (корни и корневища)	110,208	32,027	30,861	40,354	42,84	42,588	188,67	37,734
Прочие виды (копытень, черника, укроп огородный, малина, земляника, одуванчик)	0,86	0,276	0,298	0,165	0,214	0,244	1,197	0,239

Наряду с березой бородавчатой для получения лекарственного сырья используют березу пушистую. Используют ее наравне с березой бородавчатой.

Кора березы содержит в значительных количествах бетулин и его производные (10 – 14%), фитостерины, гликозид бетулозид, терпены. Листья содержат сапонины, гликозиды спиракозид, гиперозид, дубильные вещества, эфирные масла (25% бетулола). Бетулин и коричный эфир бетулиновой кислоты обладает противовоспалительным, гепато- и гастропротекторным действием. Бетулинол из коры березы составляет основу гепатопротекторного препарата [Абышев и др., 2006].

Березовые почки применяют при изготовлении бальзамов, настоек и особых водок [Патент 2035531, 2005; Патент 2044040, 1995; Авторское свидетельство СССР N 726163, 1980; Заявка 2003116504, 2004; Патент 2230107, 2004]. Широкое применение в различных отраслях пищевой промышленности находит березовый сок [Давидов, 1976; 1979; Орлов, 1982].

Валериана лекарственная (*Valeriana officinalis* L.)

Многолетнее растение высотой до 1,5 м семейства валериановых. Плод – продолговато-яйцевидная летучая семянка. Стебель прямой, дудчатый, разветвленный в соцветии, с непарноперистыми листьями. Корневище небольшое, длиной до 1 – 1,5 см. Цветет валериана в июне – августе, плодоносит в июле – сентябре. Валериановые капли действуют успокаивающе на нервную систему и применяются при нервном возбуждении, при спазмах, бессоннице. Валериана раньше была широко распространена в республике, но в последние годы стала встречаться реже. Ее корни и корневища собирались в значительных количествах. Наиболее значительные ее заросли обнаружены в Зианчуринском районе по вытянутым плоским увалистым возвышенностям (высотой 300 – 350 метров), расчлененных балками и покрытых степной растительностью и суходольными сенокосами, где их общая площадь составляет 70 га. Часто довольно плотные заросли встречаются в Ишимбайском, Белорецком,

Кугарчинском, Бураевском, Уфимском районах. Общая учтенная площадь с зарослями валерианы составляет более 900 га. Во всех пунктах можно заготавливать более 5 т корней и корневищ валерианы в воздушно-сухом состоянии [Кучеров, Хисамов, 2005].

Площади под валерианой сильно уменьшаются. Если раньше заготавливали по несколько десятков тонн, то теперь ее заготавливают не более 0,2 т ежегодно.

Корневище и корни растения содержат до 0,2% эфирного масла, главной частью которого является борнил-изовалерианат (валериано-борнеоловый эфир), *изо*-валериановая кислота, вальтрат и др. В корнях и корневищах растения найдены также алкалоиды: валерин, хатинин; дубильные вещества, сапонины, сахара и различные органические кислоты: муравьиная, уксусная, яблочная, стеариновая, пальмитиновая и др.; гликозиды, а также макроэлементы: калий, кальций, магний, железо и микроэлементы: марганец, медь, цинк, алюминий, барий, вольфрам, селен, никель.

Валериана оказывает многостороннее действие на организм: угнетает центральную нервную систему, понижает ее возбудимость; уменьшает спазмы гладкомышечных органов. Эфирное масло валерианы ослабляет судороги, вызываемые алкалоидом бруцином, близким по фармакологическим свойствам к стрихнину; уменьшает возбуждение, вызванное кофеином, удлиняет действие снотворных, оказывает тормозящее влияние на системы продолговатого и среднего мозга, повышает функциональную подвижность корковых процессов.

Валериана более эффективна при систематическом и длительном применении ввиду медленного развития терапевтического эффекта. Корни валерианы входят в состав компонентов плодово-ягодных вин и бальзамов [Патент 2250254, 2005].

Вахта трехлистная (трилистник водяной, трифоль) *(Menyanthes trifoliate* L.)

Многолетнее травянистое растение с длинным толстым корневищем. Отдельные листочки длиной 5 – 8 см и шириной 3 – 5 см. В конце мая или начале июня вахта цветет красивыми бледно-розовыми цветками, образующими прямостоячие кисти. Вахта, сабельник, белокрыльник сплетаются корневищами друг с другом, образуя своеобразную, лежащую на воде сетку, на которой в дальнейшем поселяются осоки, хвощи, некоторые другие растения и, наконец, мхи.

Листья трифоли содержат гликозиды, обладающие горьким вкусом. В листьях обнаружено также до 3% дубильных веществ. В траве содержится жирное масло, в состав которого входят глицерид пальмитиновой и других жирных кислот, холин, смоляные кислоты и другие вещества, содержащие значительное количество йода. Корни содержат гликозид мелиатин, дубильные вещества, инулин, пектиновые вещества и следы алкалоидов. Вахта концентрирует селен, оказывающий сильное влияние на состояние иммунной системы [Бакуридзе и др., 1993].

Препараты вахты обладают желчегонным, противовоспалительным, антисептическим и легким слабительным свойствами, усиливают секрецию желез желудочно-кишечного тракта. Применяются при гастритах с пониженной кислотностью, при геморроидальных кровотечениях, туберкулезе легких, кашле, при анорексии, обусловленной функциональными расстройствами, хронических запорах, а также в качестве желчегонного средства при заболеваниях печени и желчного пузыря. Наружно используется при катаральной ангине, пародонтозе, гингивитах, стоматитах, трофических язвах [Шаповалова и др., 1994]. Пищевая промышленность использует листья в пивоварении для придания пиву приятного бархатного вкуса. Трава трифоли входит в состав компонентов известного и популярного рижского черного бальзама [Рецептуры ликеров..., 1962].

Дуб черешчатый (*Quercus robur* L.)

Дуб – крупное дерево высотой до 40 – 50 м и толщиной ствола до 1 – 1,5 м с густой кроной и мощной корневой системой. Плоды – желуди длиной 1,5 – 3,5 см, голые, буровато-коричневые с продольными полосами, на ножке. Цветет одновременно с распусканием листьев в апреле – мае. Плоды созревают в сентябре. Плодоношение начинается с 30 – 40 лет в диком состоянии и с 50 – 60 лет – в насаждении. Встречаются две формы – летний и зимний дуб. У первого листья распускаются в апреле и на зиму опадают, у второго распускаются на 2 – 3 недели позже (в мае) и у молодых экземпляров остаются на зиму.

С лечебной целью используют кору и плоды. В коре содержится 10 – 20% дубильных веществ пирогалловой группы, галловая и эллаговая кислоты, флавоноид кверцетин и его гликозид кверцитрин, большое количество пентозанов (до 13 – 14%), пектиновые вещества (до 6%); помимо этого – сахара, жиры. В желудях находится до 40% крахмала, 5 – 8% дубильных веществ, сахара, жирное масло – до 5%. В листьях найдены дубильные вещества, кверцетин и кверцитрин, а также пентозаны.

Из коры дуба выделены таннины, растворы которых используют при воспалительных процессах в полости рта, носа и гортани, для лечения язв и ожогов. Кору применяют как сильное вяжущее и укрепляющее кровеносные сосуды, а также как противоглистное средство. Ее применяют для лечения ожогов, кожных заболеваний, ран, обморожений.

Танниды, содержащиеся в коре дуба, являются противоядием при отравлении грибами и солями свинца, меди и других тяжелых металлов. Применяют для полоскания рта, компрессов. Настой коры дуба назначают при воспалениях желудочно-кишечного тракта, дизентерии. Кора дуба в больших количествах вызывает рвоту. Желуди с плюской используют в гомеопатии. Дуб широко используется в народной косметике.

Особый интерес представляет разновидность дуба – лимузинский дуб (*Quercus alba* L.), в бочках из которого настаивают знаменитые французские

коньки. Кора и стружка применяются для настаивания спиртов и улучшения вкуса вина, настоек и бальзамов. Местные виды дубов, по отзывам специалистов, являются лучшими в России для использования в производстве тары для выдержки коньячных спиртов [Егоров и др., 1988].

Девясил высокий (*Inula helenium* L.).

В Башкирии девясил распространен в лесостепной зоне Предуралья и в Зауралье. Довольно плотные заросли девясила имеются в Куюргазинском районе: в пойме небольшой речушки около поселка Лена, а также в пойме реки Юшатырь вблизи от населенных пунктов Ольховка, Новая и Старая Отрада. Довольно часто он встречается в Мелеузовском, Стерлибашевском, Стерлитамакском, Кармаскалинском районах, но его запасы незначительные. Заготовку корней можно проводить в Кармаскалинском, Архангельском, Гафурийском, Ишимбайском, Кушнаренковском, Благовещенском районах. Биологические запасы девясила составляют около 200 т сырья. Однако рекомендуемый ежегодный объем заготовок не может превышать более 1/3 от общих биологических запасов [Кучеров, Хисамов, 2005]. Для возобновления зарослей оставляют нетронутыми 2 – 3 растения на 10 $м^2$. Заготовки на одних и тех же зарослях должны проводиться с интервалом в три года.

В корневищах и корнях содержится эфирное масло (1 – 3%). Помимо этого, в корнях обнаружено до 44% инулина, псевдоинулина, инуленина, органические кислоты (уксусная, бензойная), сапонины, следы алкалоидов [Котов и др., 1989, Никонова и др., 1989]. Девясил высокий обладает противовоспалительными, отхаркивающими свойствами. Эфирное масло обладает антисептическими и противоглистными свойствами. Сесквитерпеновые лактоны девясила входят в препарат антигепатотоксического действия [Дементьева и др., 1991].

Используется как отхаркивающее средство при хронических заболеваниях дыхательных путей: трахеитах, туберкулезе легких и бронхите с большим выделением слизи. Он является также хорошим средством при

гастроэнтерите, при поносе неинфекционного происхождения. Препараты девясила используются внутрь при удушье, коклюше, как противоглистное и кровоостанавливающее; наружно – при экземе, чесотке и других заболеваниях кожи. Корневища девясила применяют для ароматизации и улучшения вкуса бальзамов, плодово-ягодных вин и настоек.

Душица обыкновенная (*Origanum vulgare* L.).

Многолетнее травянистое растение семейства губоцветных с ветвистым ползучим корневищем. Цветки мелкие, бледно-пурпуровые, сидящие в пазухах прицветников, собраны небольшими колосками, образующими на верхушке стебля раскидистую щитковидную метелку. Цветет в июле – сентябре. Собирают цветочные верхушки в июне – июле [Кучеров, Галеева, 1991].

Трава душицы содержит 0,12 – 1,2% эфирного масла, в состав которого входят фенолы (до 44%); би- и трициклические сесквитерпены – до 12,5%, свободные спирты – 12,8 – 15,4% и геранилацетат – до 2,63 – 5%. В траве душицы содержатся дубильные вещества (до 20%), горькие вещества, аскорбиновая кислота (в листьях больше, чем в цветках); семена содержат жирное масло – до 28%.

Препараты душицы обыкновенной оказывают болеутоляющее, успокаивающее, отхаркивающее, мочегонное, потогонное, желчегонное, лактогонное действия, усиливают секрецию пищеварительных и бронхиальных желез, усиливают перистальтику кишечника и повышают его тонус. Душица обладает ярко выраженным антиоксидантным действием [Дорофеев и др., 1993].

Используют при женских болезнях как кровоостанавливающее, особенно после родов, для усиления лактации. Применяется при бессоннице, в качестве успокаивающего средства при нервных расстройствах, при гипо- и анацидных гастритах, язве желудка и двенадцатиперстной кишки, метеоризме, энтероколите, атонии кишечника. Применяют в качестве отхаркивающего препарата при бронхитах и бронхоэктазах и как средство,

возбуждающее аппетит. Крепкий чай из травы вызывает обильное потоотделение. Наружно траву душицы используют для ароматических ванн при ревматизме, параличах, эпилепсии, при аллергии и рахите у детей, в виде компрессов при фурункулезе, нагноениях, воспалении лимфатических узлов, некоторых кожных болезнях (золотухе и различных сыпях). Траву душицы применяют для ароматизации алкогольных напитков и улучшения вкуса бальзамов и настоек [Патент 2250254, 2005; Патент 2243707, 2005]. Трава душицы входит в состав горькой настойки «Зверобой» [Рецептуры ликеров ..., 1962].

Дягиль лекарственный или дудник дягилевый (*Angelica archangelica* L./ *Archangelica officinalis* Hoffm.).

Дягиль – мощное растение, достигающее высоты до 3 м. Двулетнее растение из семейства зонтичных (*Apiaceae*). В первый год жизни он образует розетку листьев, на второй – цветет, плодоносит и отмирает. Растет в поймах рек, на заболоченных участках, в сырых логах. Особенно большие заросли образует во влажных лесах Южного Урала (Бурзянский, Белорецкий, Ишимбайский районы). В республике заготавливается в незначительных количествах (табл. 5.1). Ежегодно в среднем собирают до 0,354 т. Проведенная оценка запасов корней и корневищ показала, что ежегодно можно собирать более 13 т [Кучеров, Хисамов, 2005]. С одного растения дягиля можно заготовить от 57 до 248 г сырых корней с корневищами.

Корневища и корни растения содержат органические кислоты (валериановая, яблочная, ангеликовая), воск, каротин, горькие и дубильные вещества, эфирное (до 1%) и жирное масло, крахмал, сахара, смолы, фитонциды, фитостерин, кумарины.

В семенах и траве обнаружено жирное и эфирное масло (выход эфирного масла из измельченных корней достигает 25%), фитонциды, в листьях и цветках – витамин С, кверцитин.

Препараты дягиля оказывают мочегонное, противовоспалительное, спазмолитическое действие, улучшают деятельность сердца, снимают спазмы

и подавляют процессы брожения, улучшают желчеотделение, успокаивают нервную систему, что обусловлено содержанием валериановой кислоты.

В народной медицине применяют при спазмах желудка и кишечника как средство, возбуждающее аппетит, а также при простудных заболеваниях как потогонное и отхаркивающее – при бронхитах и ларингитах. Настой устраняет слизь в легких, груди и бронхах, снимает изжогу. Корень обладает противовоспалительными свойствами. Отвар корней, выпиваемый по утрам натощак, излечивает застарелый кашель. Дягиль лекарственный входит в состав мочегонных, отхаркивающих, желудочных сборов. Имеет кормовое и медоносное значение. Корневища дягиля применяют в ликероводочной промышленности при производстве алкогольных напитков – горьких настоек [Патент 2250254, 2005; Патент 2270239, 2006].

Зверобой продырявленный (*Hypericum perforatum* L.).

Многолетнее травянистое растение с горизонтальным ползучим корневищем. Стебли прямостоячие или приподнимающиеся, высотой 20 – 50 см, округлые или двугранные, сильно разветвленные в верхней части. Цветки собраны в щитовидные соцветия на верхушках стеблей. Цветет с июня по август.

Наиболее значительные площади зверобой занимает в районе широколиственных лесов междуречья Танып – Белая – Уфа, на севере республики (Бирский, Мишкинский, Бураевский районы). Он часто встречается на опушках леса в Благовещенском, Благоварском, Белебеевском районах. Биологические запасы надземной массы (верхушек растения длиной 25 – 30 см) зверобоя в республике составляют более 60 т. С каждого растения можно получать от 0,8 до 3,9 г верхушек растения в воздушно-сухом состоянии [Кучеров, Гуфранова, 1971; Галеева, 1979]

Основными действующими веществами считают конденсированные антраценовые производные – гиперицин и псевдогиперицин, протогиперицин и протопсевдогиперицин [Минаева, 1991].

Своим названием зверобой растение обязано необычным свойствам, проявляющихся у полициклического хинона гиперицина и фурокумаринов: псоралена, ксантотоксина и бергаптена [Овчинников, 1987].

Эти токсичные вещества, откладываясь в наружных покровах животных, делают их чувствительными не только к ультрафиолетовому излучению, но и более длинноволновому излучению, приводя к ожогам и дерматитам животных, питающихся сеном с травой зверобоя.

Помимо этого в растении содержатся: эфирное масло, алкалоиды, дубильные вещества, сапонины, витамины С, РР, каротин, микроэлементы (марганец и цинк). В зверобое найдены бифлавоновые соединения, главное из которых – аментофлавон – обладает противовоспалительной и противоязвенной активностью.

Зверобой применяется при болезнях печени, расстройствах желудка, при кровотечениях. Применяют наружно как противовоспалительное и ранозаживляющее средство. В последние годы появились сведения об антидепрессантной активности гиперицина в дозах ~2 мг в день. Его эффективность сопоставима с известными препаратами имипрамина и дезимипрамина [Hamdy. St. John's, 1998; Wagner., 1996]. Однако описан случай развития фоточувствительности у пациента, принимавшего терапевтические дозы гиперицина, проявления которых прошли после прекращения приема препарата. Трава зверобоя входит в состав антидиабетических сборов и также применяется для стимулирования иммунитета [Шумов, Щелокова, 1993].

В Башкортостане зверобой часто собирается населением. Траву заваривают как чай, пьют при простуде. Зверобой используется в ликероводочном производстве, входит в рецептуры горьких настоек «Зверобой», «Ерофеич» и бальзамов [Авторское свидетельство СССР N 726163, 1980; Рецептуры наливок ..., 1962; Заявка 97102269, 1999]. Водные вытяжки травы зверобоя приводят к увеличению связывающей способности пектина, что имеет важное значение для кондитерской промышленности.

Зубровка душистая *(Hierochloe odorata* Beauv.).

Зубровка душистая – многолетник высотой 25 – 70 см. Цветет зубровка в апреле – мае, семена опадают только в конце осени или зимой. Растет на заливных лугах, в разреженных лесах, на полянах. Любит свет и в подходящих условиях быстро образует густые жесткие заросли. Содержит большое количество кумарина, при сушке приобретает сильный запах свежего сена.

В траве зубровки содержатся алкалоиды; аскорбиновая, феруловая, мелилотовая, кумариновая кислоты, кумарин, придающий растению специфический аромат.

В народной медицине водный настой и водочную настойку применяют для возбуждения аппетита и улучшения пищеварения при хронических заболеваниях желудочно-кишечного тракта, лихорадке.

В медицине зубровка известна как средство, употребляемое при желудочных заболеваниях, туберкулезе, лихорадке. Из нее делают примочки при плохо заживающих ранах и грибковых заболеваниях кожи.

Входит в состав многих алкогольных напитков, из которых наиболее известна горькая настойка «Зубровка», и плодово-ягодных винных напитков, бальзамов [Заявка 2314451/13 , 1996; Авторское свидетельство СССР N 726163, 1980, Рецептуры ликеров ..., 1962; Заявка 97102269, 1999].

Иссоп лекарственный (*Hyssopus officinalis* L.).

Полукустарничек высотой 20 – 80 см. Цветет в июле – сентябре, плоды созревают с августа. Родина – средиземноморские страны. Используется трава.

Растение содержит эфирное масло (в листьях – 0,6 – 1,15%, в соцветиях – 0,9 – 1,98%), в состав которого входят 1-пинокамфон (34 – 45%), оспинен (1%), α-пинен (5%), цинеол, камфен, 1-пинокамфеол и его уксусный эфир; сесквитерпены, дубильные вещества, олеаноловая и урсуловая кислоты, а цветы, кроме того, флавонид диосмин, иссопин, расщепляющийся на иссопинагликон, рамнозу и глюкозу.

Входит в состав многих крепких алкогольных напитков и особых водок [Патент 2139336, 1999].

Крапива двудомная (*Urtica dioica* L.).

Многолетнее травянистое двудомное растение семейства крапивных высотой 60 – 170 см . Цветет с июня до сентября.

Крапива содержит гликозид уртицин, дубильные и белковые вещества, муравьиную кислоту, витамины – до 0,15 – 0,17% аскорбиновой кислоты в свежем сырье, а в сухом до 0,6%, витамин К, пантотеновую кислоту; каротиноиды – до 13 – 14% в свежих листьях и до 50 мг % в сухих листьях; хлорофилл – 2 – 5%, ситостерин, гистамин, виолаксантин. Крапива богата органическими и минеральными веществами, микроэлементами. Среди них – флавоноиды, никотин, ацетилхолин, кумарины, соли железа, марганца, меди, калия, кальция, бария. Крапива – поливитаминное растение. Действие крапивы связывают с наличием в ней витамина К.

Для оздоровления крапиву используют с древних времен. Она оказывает бактерицидное, кровоостанавливающее, ранозаживляющее, мочегонное, желчегонное действие и может быть иммуносупрессором [Бакуридзе и др., 1993]. Улучшает деятельность сердца, желудка, кишечника, печени, почек, состав крови. Спиртовые настои крапивы обладают высокой антиокислительной способностью [Гоненко, Голотин, 1996].

Крапива помогает при болезнях печени, суставном ревматизме, заболеваниях желудочно-кишечного тракта, мочевого пузыря. Крапива применяется для производства особых сортов водки, входит в композиции бальзамов [Патент 2112795, 1998]. На основе травы крапивы производятся антианемические солевые приправы для диетотерапии железодефицитного состояния [Коровка, Шумилов, 1992].

Левзея сафлоровидная (маралий корень, большеголовик сафлоровидный) (*Rhaponticum carthamoides* Willd.).

Многолетнее травянистое растение семейства сложноцветных высотой 40 – 100 см. В диком виде цветет в июле – августе, в культуре – в июне.

Время заготовок – август – первая половина сентября. Из-за трудности заготовок и ограниченности природных запасов левзея введена в культуру во влажных лесных районах средней полосы европейской части России и в ряде районов Сибири. Производственные посевы левзеи имеются в Московской и Новосибирской областях.

Корневища и корни содержат алкалоиды, аскорбиновую кислоту (0,1%), каротин, инулин, около 5% дубильных веществ и эфирные масла, флаваноиды: гесперидин, кверцитин, кверцетагетин, лютеолин, кемпферол; фенолкарбоновые кислоты: *п*-оксибензойную, ванилиновую, кофейную, феруловую; тритерпеновые сапонины.

Препараты левзеи оказывают возбуждающее действие на центральную нервную систему, обладают свойствами противоположного действия, чем снотворные средства, повышают артериальное давление, расширяют периферические сосуды, увеличивают скорость кровотока и усиливают сокращения сердечной мышцы. Применяются как стимуляторы при функциональных расстройствах нервной системы, умственном и физическом утомлении, пониженной работоспособности, половом бессилии, хроническом алкоголизме.

Левзея используется также при хроническом алкоголизме, в периоды после похмелья и в состоянии депрессии. Препараты левзеи повышают работоспособность утомленных скелетных мышц. По-видимому, это связано с увеличением под влиянием левзеи содержания в мышцах гликогена, молочной кислоты, аденозинтрифосфорной кислоты и креатинфосфата. Препараты левзеи малотоксичные, при их применении побочных явлений не наблюдается. Корни левзеи применяются для приготовления алкогольных напитков, бальзамов. [Заявка 2314451/13 , 1996; Авторское свидетельство СССР N 726163, 1980; Заявка 97102269 , 1999].

Липа сердцелистная (*Tilia cordata* Mill.).

Описание дерева представлено в разделе “Медоносные растения ”. В цветках липы содержатся эфирное масло, в составе которого имеются

фарнезол, гликозиды – гесперидин и тилиацин, сапонины, флавоноидные гликозиды кверцетин и кемпферол, дубильные вещества, витамин С (31,6%), каротин. В листьях липы много белка, 131 мг % витамина С и каротин. В плодах – около 60% жирного масла, близкого по качеству к прованскому. В коре найдено тритерпеновое вещество – тилиадин и масло – до 8%.

Целебные свойства липы связывают с кверцетином и кемпферолом. Тилиацин обладает фитонцидной активностью. Препараты липы оказывают успокаивающее, болеутоляющее, желчегонное, мочегонное, потогонное, отхаркивающее, противомикробное, противовоспалительное, мягчительное действие, стимулируют работу желудка, умеренно уменьшают вязкость крови.

В больших количествах заготавливаются соцветия липы (с одного молодого дерева, растущего на опушке, можно собрать 0,7 – 1,5 кг свежих соцветий; в Башкирии с 1 га липового леса можно получить 30 – 40 кг сухих соцветий). Их употребляют в виде горячего настоя («чая») как потогонное средство при простудных заболеваниях; такой настой рекомендуют и для полоскания полости рта и зева как бактерицидное средство. Цветки, содержащие до 0,1% приятно пахнущего эфирного масла, используют в ликероводочном производстве. Соцветия липы применяют для ароматизации настоек и бальзамов [Патент 2041934, 1995; Патент 2031931, 1995].

Любисток лекарственный (зоря лекарственная) (Levisticum officinale Koch.).

Многолетнее травянистое растение семейства зонтичных высотой до 2 м. Цветет в июне – августе, плоды созревают в августе – сентябре. Растение имеет специфический запах, напоминающий запах сельдерея, и острый солоновато-горький вкус. Характерный запах растения обусловлен в большой степени наличием в нем алкилфталидов [Mannfried. Liebstockel, 1992].

Во всех частях растения содержится эфирное масло (до 2%), состоящее в основном из терпинеола, цинеола и карвакрола. В корнях найдены фурокумарины (бергаптен, псорален), лецитин, дубильные вещества,

минеральные вещества, смолы, камедь, ангеликовая, бензойная, мифистициновая и яблочная кислоты.

Любисток обладает мочегонным, желчегонным, седативным, спазмолитическим, болеутоляющим, ранозаживляющим, противозудным, противовоспалительным, антибактериальным и отхаркивающим действиями. Он повышает аппетит, улучшает пищеварение, снижает метеоризм, стимулирует менструальный цикл. Нельзя применять при беременности, ввиду опасности наступления аборта [Петков, 1988; Шишкин, 1951].

Культивируется как пряно-вкусовое растение, водно-спиртовый настой корня и цветочных корзинок используется в ликероводочном производстве [Патент 2239652, 2004].

Одуванчик лекарственный (*Taracsacum officinalis* Wigg.). Описание растения представлено в разделе "Медоносные растения". В соцветиях и листьях содержатся каротиноиды, тараксантин, флавоксантин и др. В корнях растения обнаружены: тараксерол, тараксастерол, а также стерины, до 24% инулина, до 2 – 3% каучука, жирное масло, в состав которого входят глицериды пальмитиновой, олеиновой, линолевой, мелиссовой и церотиновой кислот. Корни одуванчика относятся к инулиноносным растениям. Корни и трава одуванчика находят применение как горечь для возбуждения аппетита при анорексиях различной этиологии и при анацидных гастритах для повышения секреции пищеварительных желез. Корни используются как желчегонное и мочегонное средство. Спиртовый экстракт корней ингибирует агрегацию тромбоцитов [Neet, .Deckmiin, 1993]. Листья и цветы одуванчика обладают желчегонным действием, сопоставимым с известным препаратом «Фламин» [Цаль и др., 1991]. Назначается при запорах, диабете, почечных коликах, подагре, при лечении кожных заболеваний – сыпей, экземы, угрей и др., при атеросклерозе [Пронченко, 1993]. Пьют при анацидных гастритах, при запорах. Используют при желтухе, колитах. Настои корня применяют в качестве горечи для

возбуждения аппетита, как желчегонное средство и применяют для улучшения вкуса и качества бальзамов в ликероводочной промышленности.

Первоцвет крупночашечный (*Primula macrocalyx* Bunge).

Многолетнее травянистое растение высотой 15 – 20 см, семейства первоцветных, появляется ранней весной, как только растает снег. Цветет в апреле – мае. Созревает в июне – июле. Семена рассеиваются лишь в благоприятную погоду, в плохую погоду коробочки закрываются [Кучеров, Галеева, 1991].

В корнях растения найдены сапонины в количестве 5 – 10%, эфирное масло – 0,08% и гликозиды: примулаверозид (примулаверин), примверозид (примверин). В листьях найдены сапонины, в цветках – сапонины и флавоноиды. Все части растения содержат аскорбиновую кислоту. В расчете на сухое вещество листья содержат 5,9%, а цветки 4,7% аскорбиновой кислоты (витамина С), в листьях и корнях найдено небольшое количество каротина [Тлехас, 1974].

Препараты первоцвета оказывают мочегонное, потогонное, общеукрепляющее, витаминное, отхаркивающее действие, улучшают функции надпочечников, выделение желудочного сока.

Настои и настойки из первоцвета при приеме внутрь усиливают секрецию бронхиальных желез, малотоксичны. Применяют при заболеваниях органов дыхания, при мигрени, головокружении, бессоннице, общей слабости, болезнях почек и мочевого пузыря, воспалении легких, запорах, плохом аппетите, при ревматизме, подагре, гиповитаминозах, цинге. Листья первоцвета в более ранний период, в начале цветения, используют для приготовления салатов. Достаточно двух листьев первоцвета, чтобы удовлетворить суточную потребность организма в витамине С. Наличие в листьях первоцвета витамина А дает возможность использовать их при авитаминозе. Трава первоцвета применяется в производстве крепкоалкогольных бальзамов и настоек.

Пижма обыкновенная (*Tanacetum vulgare* L.).

Многолетнее травянистое растение семейства астровых высотой до 1,5 м. Цветет с июня по сентябрь на второй год. Цветки обоеполые, желтые, мелкие, собраны по 10 – 70 шт. в щитковидные соцветия (корзинки). Плод – продолговатая ребристая семянка. Созревает в августе – сентябре. Лекарственным сырьем служат соцветия пижмы [Кучеров, Галеева, 1991].

Пижма содержит эфирное масло (туйон, цинеол, камфора, борнеол), флавоноиды, алкалоиды, горькое вещество танацетин, органические кислоты, дубильные вещества, смолы, сахар, камедь, витамины группы В, каротин, витамин С.

Обладает желчегонным, противовоспалительным, противомикробным, потогонным, противоглистным, вяжущим и противолихорадочным свойствами, улучшает пищеварение и аппетит. Эфирное масло оказывает сильно выраженное конвульсивное действие, что может быть причиной гибели глистов и выведения их наружу.

Принимают внутрь при заболеваниях печени (лямблиозе, холецистите, гепатите) и желчного пузыря, пониженной кислотности желудочного сока, воспалительных процессах в тонкой и толстой кишке, мочевом пузыре, язвенной болезни желудка и двенадцатиперстной кишки, мигрени, головной боли, ломоте в суставах, а также при малярии, для возбуждения аппетита, изгнания аскарид и остриц. Наружно препараты растения используют для ванн и компрессов при вялотекущих язвах и ранах, чесотке, подагре и воспалении суставов. При передозировке возможны расстройства желудка, тошнота, рвота. Соцветия пижмы применяют в ликероводочной промышленности при производстве алкогольных напитков, например бальзамов [Патент 2230107, 2004; Заявка 2000114653, 2003; Патент 2233873, 2004] и в кондитерской промышленности [Заявка 2001101138, 2003].

Полынь обыкновенная (чернобыльник) (*Artemisia vulgaris* L.).

Многолетнее травянистое растение до 1 – 1,8 м высотой, семейства астровых, или сложноцветных. Цветет с июня до ноября, созревает в августе – сентябре [Поляков, 1961].

Трава содержит эфирное масло, аскорбиновую кислоту, каротин, дубильные вещества [Чемесова и др., 1982], смолистые и сахарные вещества. В листьях содержатся слизистые и смолистые вещества, до 12 мг % каротина, до 175 мг % витамина С, следов алкалоидов, эфирное масло, кумарины. В корнях обнаружены дубильные вещества, инулин, эфирное масло.

Препараты полыни обыкновенной обладают кровоостанавливающим, жаропонижающим, противосудорожным, обезболивающим, противоглистным, ранозаживляющим, тонизирующим, успокаивающим, желчегонным, мягким слабительным и общеукрепляющим свойствами. Содержащийся в полыни горький гликозид абсинтин – нетоксическое вещество, но при длительном употреблении может вызвать атонический запор.

Применяется внутрь при отравлениях, воспалении слизистых оболочек желудочно-кишечного тракта, почечнокаменной болезни, для повышения аппетита, при туберкулезе легких и после перенесенной дизентерии, как дополнительное средство при лечении рака желудка, прямой кишки и матки, в качестве противоглистного средства для изгнания аскарид и остриц [Компанцев и др., 1982].

Сныть обыкновенная (*Aegopodium podagraria* L.).

Род многолетних травянистых растений семейства зонтичных. Встречаются в разреженных лиственных лесах (под пологом леса обычно не цветет), на полянах, опушках, пустырях, иногда образует заросли на вырубках и гарях. Многолетник. Корневище горизонтальное, подземное, ползучее. Стебель прямостоячий, бороздчатый, голый или слегка опушенный, полый внутри, слабоветвистый, высота цветущего растения 50 – 100 см.

Листья содержат азотистые соединения, в том числе холин, играющий важную роль в обмене веществ, витамин С (до 60 – 100 мг % и более),

лимонную, яблочную кислоты, флавоноиды, кверцитин и кемпферол, укрепляющие стенки сосудов, эфирное масло, минеральные соли. В корневищах имеются эфирные масла, сапонины, крахмал, смолы.

Сныть применяется не только при лечении подагры, а также ревматизма, болезней почек и мочевого пузыря, свежие листья как средство, заживляющее раны и обезболивающее. Корневища сныти обладают противогрибковым действием.

Молодые листья и цветочные побеги сныти используют как овощное растение в пищу, а в ликероводочной промышленности применяют для улучшения вкуса водок [Патент 2115717, 1998; Черепнин, 1987]. На основе травы сныти производятся антианемические солевые приправы для диетотерапии железодефицитного состояния [Коровка, Шумилов, 1992].

Тимьян ползучий (чабрец ползучий, богородская трава, лимонный душок, чебрик, чабер) (*Thymus serpilium* L.).

Полукустарник с сильным ароматным запахом, образующий дерновники. Цветет в июне – июле, плодоносит в августе – сентябре. Растет в лесной и лесостепной зонах европейской части России.

Другие виды: тимьян является чрезвычайно полиморфным видом с многочисленными формами, которые используются с лечебной целью наравне с официальным видом – тимьяном ползучим. Используются цветущие облиственные веточки (трава).

Трава тимьяна ползучего содержит эфирное масло (0, 1 – 0, 6%), в состав которого входят тимол (до 30%), карвакрол (до 20%) [Сур и др., 1990], п-цимол, γ-терпинен, α-терпинеол, борнеол и цингиберен; дубильные вещества, горечи, камедь, флавоноиды, урсоловую и олеаноловую кислоты. Надземная часть содержит: макроэлементы: калий, кальций, магний, железо; микроэлементы марганец, медь и др.; концентрирует железо, молибден, селен, бор.

В медицине отвар и жидкий экстракт травы тимьяна применяются как отхаркивающее при бронхитах и других заболеваниях верхних дыхательных

путей, как болеутоляющее при радикулитах и невралгиях. Основное действующее начало – тимол. Используется как приправа, в ликероводочном производстве – для ароматизации особых водок [Патент 2128217, 1999; Патент 2250254, 2005].

Тысячелистник обыкновенный (*Achillea millefolium* L.).

Многолетнее травянистое растение высотой 20 – 120 см, семейства сложноцветных. Цветет с июля по сентябрь. Это многолетнее травянистое растение встречается в республике в значительных количествах. Для лекарственных целей собирают верхушки растений (до 20 см) с листьями и цветами.

В листьях тысячелистника содержится алкалоид ахиллеин (0,05%), повышающий свертываемость крови, 0,8% эфирного масла, в состав которого входят: до 25 – 30% проазулена ахиллицина, сложные эфиры (10 – 13%), цинеол (8 – 10%), кариофиллен, муравьиная, уксусная и изовалериановая кислоты, спирты, витамины С, К, смолы, каротин, фитонциды, горькие и вяжущие вещества, минеральные соли и пр. В цветах эфирного масла больше, чем в листьях. Трава тысячелистника, а также его сок обладают кровоостанавливающими и противовоспалительными свойствами. По силе действия на процессы свертывания крови 0,5%-ный настой тысячелистника превосходит раствор хлорида кальция в концентрации 1:2000 – 1:5000. Тысячелистник усиливает желчеотделение. Из соцветий тысячелистника удалось выделить комплекс фолидов, среди которых α-пероксиахифолид при испытаниях на мышах проявил отчетливое гиперсенсибилизирующее действие. Это вещество может быть фактором, вызывающим дерматит при контактах с травой тысячелистника [Rucker, Detter, Judith, 1991].

Тысячелистник применяют как кровоостанавливающее средство при местных кровотечениях – носовых, зубных, из мелких ран, ссадин, царапин, при легочных и маточных кровотечениях, фибромиомах, воспалительных процессах, метропатиях, геморроидальных кровотечениях; при заболеваниях

желудочно-кишечного тракта: колитах, язвенной болезни; рекомендуют также при воспалениях мочевыводящих путей.

Биологические запасы позволяют ежегодно собирать до 21 т травы тысячелистника [Кучеров, Хисамов, 2005]. С одного растения можно получить до 1,8 г воздушно-сухого сырья. В последние годы в республике заготавливалось в среднем 6,5 т верхушек растения. Это растение не поедается скотом и растет на многих пастбищах. Заготовки могут быть увеличены до нескольких сотен тонн. Эфирные масла тысячелистника обладают антиоксидантными свойствами [Яцюк и др., 1995]. Трава тысячелистника входит в рецептуры особых водок и в состав компонентов различных бальзамов, например «Снежный барс» [Патент 2107718, 1998]. Эфирные масла тысячелистника могут не только оказывать лечебное действие, но и способствовать сохранению качества напитков, предохраняя от окисления биологически активные компоненты напитков [Яцюк и др., 1995].

Хвощ полевой (*Equisetum arvense* L.).

Хвощ – многолетнее споровое травянистое растение. Он растет на лугах, на паровых полях, в посевах, как сорное растение. В наиболее типичных местообитаниях на 1 $м^2$ насчитывается от 15 до 35 летних побегов хвоща. Продуктивность с одного побега хвоща от 0,6 до 2,5 г воздушно-сухой массы. В республике хвощ заготавливают в незначительных количествах – 0,046 т для аптек (табл. 5.1). Хвощ обычно встречается на почвах с повышенной кислотностью.

Трава хвоща содержит флавоноиды, гликозиды, горечи, сапонины, много кремневой кислоты (до 25%), органические кислоты (аконитовая, щавелевая, яблочная), следы алкалоидов (эквизетин, никотин, триметоксипиридин), сапонин эквизетонин, дубильные, смолистые, горькие вещества, белки, жиры, углеводы, жирное масло (3 – 3,5%); эфирное масло, минеральные соли, небольшие количества витамина С, каротина. В плодоносных побегах много сахара, в клубеньках – крахмала.

В народной медицине используют вегетативные бесполые ветки хвоща полевого. Они оказывают мочегонное, противовоспалительное, кровоостанавливающее, ранозаживляющее, вяжущее, антисептическое действие, способствуют растворению и выведению камней при мочекаменной болезни, уменьшают количество белка в моче, отеки различного происхождения, улучшают обмен веществ и входит в состав антидиабетических фитосборов, основу которых составляют створки фасоли и побеги черники. Хвощ обладает гепатопротекторным и антимутагенным действием [Коломиец и др., 2005].

Применяется в качестве мочегонного средства при декомпенсированных пороках сердца и других заболеваниях, сопровождающихся застойными явлениями, при заболеваниях мочевыводящих путей (цистит, уретрит). Хвощ используется также в ликероводочном производстве, входит в рецептуры бальзамов [Заявка 97102269, 1999]. Стерлитамакский спирто-водочный комбинат производит бальзам «Ноэль» с добавлением травы хвоща [Патент 2111239, 1998].

Цмин песчаный, бессмертник (*Helichrysum arenarium* (L.) Moench.).

Многолетнее травянистое растение, высотой 20 – 50 см. В республике встречается очень редко. Растет он на песчаных, супесчаных и каменистых почвах. Ранее часто встречался в Зауралье (Хайбуллинский, Баймакский, Абзелиловский районы). В настоящее время цмин занесен в «Красную книгу» Республики Башкортостан. Все его местообитания должны быть учтены и в тех местах, где он растет, должны быть организованы заказники. Для лекарственных целей используют соцветия в фазе цветения. Используются цветочные корзинки с верхними (длиной 1 – 2 см) частями стеблей.

Соцветия цмина песчаного содержат флавоноиды салипурпозид, 5-дигликозид нарингенина, 3-дигликозид кемпферола, гликозид апигенина, изосалипурпозид, нарингенин, апигенин, 5,7-диоксифталид, 5-метокси-7-оксифталид, 5-метокси-7-гликозилфталид, дитерпеновый спирт, стероидные

соединения, кампестерин, красящие вещества фенольного ряда, жирные кислоты, инозид, эфирное масло (до 0, 04%), содержащее *пара*-крезол и значительное количество свободных кислот, в том числе капроновую кислоту; трава – дубильные вещества, витамин К и эфирное масло.

В медицине цмин (бессмертник) применяется при острых и хронических заболеваниях печени, желчного пузыря и желчных путей. У больных ослабляются тошнота, рвота, боль в области печени, метеоризм, желтуха, уменьшается размер печени (если увеличена). Бессмертник малотоксичен, повышает желчевыделение, снижает концентрацию желчных кислот и билирубина в желчи, изменяет коэффициент холестерина (желчные кислоты) в сторону увеличения холатов, повышает тонус желчного пузыря, секреторную функцию желудка и поджелудочной железы, увеличивает диурез.

Препараты – фламин в таблетках (сумма флавонов), настойка и отвар; кроме того, цмин входит в состав желчегонных сборов. Сырье содержит флавоноиды, флавоновые гликозиды, смолы, стерины, красящие вещества, следы эфирного масла. Исследования показали иммуностимулирующую активность цмина [Шумов, Щелокова, 1993]. Цмин используется в ликероводочной промышленности [Патент 2000114652, 2002; Патент 2112795, 1998].

Шалфей лекарственный (*Salvia offfcinalis* L.).

Полукустарник с многочисленными густооблиственными стеблями до 70 см высоты, семейства губоцветных. Цветет в июне – июле.

В листьях содержится эфирное масло в количестве 0,5 – 2,5%, в котором представлены: 1,8-цинеол, сальвен, борнеол, камфара, цедрен [Бодруг, Петров, 1970; Сур, 1991]. Кроме того, в листьях найдены алкалоиды, флавоноиды, дубильные вещества, урсоловая, олеаноловая, карнозовая кислоты. Из семян выделено жирное масло, содержащее глицерид линолевой кислоты.

Листья шалфея обладают дезинфицирующим, вяжущим, кровоостанавливающим, противовоспалительным, мягчительным действиями. Применяют при воспалительных процессах полости рта и глотки, верхних дыхательных путей в качестве вяжущего и противовоспалительного средства в виде полосканий. Гноящиеся раны быстро заживают, если их промывать настоем из шалфея или делать примочки из этого настоя. Отвар шалфея очищает желудок, освобождает горло от мокроты. Действие шалфея усиливается, если к нему прибавить полынь и из этой смеси приготовить отвар. Отвар усиливает деятельность желез внутренней секреции. Применяется шалфей при гипертонической болезни, атеросклерозе (особенно в климактерический период у женщин), дрожательном параличе. Гиппократ и Диоскорид считали шалфей священной травой и самым полезным лекарством, особенно при бесплодии женщин. В китайской медицине шалфей применяется издавна в качестве общеукрепляющего средства, а также при суставном ревматизме, наружно при хронических заболеваниях кожи. Траву шалфея издревле применяли на Руси для окрашивания водки в приятный желтый цвет [Иванов, 1994; Заявка 2314451/13, 1996], в настоящее время трава шалфея входит в состав бальзамов [Авторское свидетельство СССР N 726163].

5.2. Сбор и охрана лекарственных растений

Общий объем ежегодно заготавливаемых в Башкортостане лекарственных растений весьма внушителен. А если учесть, что высушенные растения весят ничтожно мало и, что дикорастущие виды растут, как правило, рассеянно и не образуют плотных скоплений, то станет ясно, какого огромного труда стоит заготовка такого количества. Толокнянку почти наверняка можно встретить в сосновом лесу с покровом из белого лишайника, трилистник водяной растет всегда на краю низинных болот, валериана - на влажных лесных лугах. Однако найти лекарственное

растение и узнать его - еще только полдела. Чтобы воспользоваться им как лекарством, надо знать, как и когда его собрать, как высушить, чтобы оно не потеряло своих целебных свойств, как хранить готовое сырье, прежде чем из него будет изготовлено лекарство, сколько времени можно его хранить без ущерба для качества и, самое главное, надо знать, что сделать, чтобы это растение не исчезло навсегда в том месте, где вы его собрали. Активные вещества образуются и накапливаются в растениях в определенные периоды их развития, поэтому и заготовка проводится в строго определенное время. Распределяются эти вещества в растениях различно: у одних - ландыша, толокнянки, подорожника, брусники, вахты - они сосредоточены в листьях; у других - валерианы, кубышки, щавеля конского, аира, кровохлебки - в корнях и корневищах; у третьих - липы, ромашки, бессмертника, боярышника, пижмы - в цветках; у четвертых - шиповника, земляники, калины, черники, можжевельника, малины - в плодах и т. д. Надземные части растений накапливают максимальное количество действующих веществ чаще всего в период цветения - в это время их и следует собирать. Плоды наибольшее количество целебных веществ содержат во время полного созревания; кора пригодна к употреблению в период весеннего сокодвижения; корни и корневища - поздней осенью, после увядания надземной части растений; почки - ранней весной, когда они набухли, но еще не тронулись в рост, обычно в марте - апреле, почки сосны и березы можно собирать еще раньше, в феврале. Все надземные части растений надо собирать в хорошую погоду, поскольку увлажненные росой или дождем они портятся при сушке. Подземные части растений можно выкапывать в любую погоду, так как перед сушкой их необходимо мыть. Правильно собрать лекарственные растения - это еще не все. Последующая сушка имеет не меньшее значение. Почти все лекарственные растения должны быть высушены независимо от того, будут ли они сданы в аптеку, поступят ли в переработку на фармацевтический завод или будут оставлены сборщиком для домашнего употребления.

Сушка в сыром или плохо проветриваемом помещении так же, как и запоздалый или преждевременный сбор растений, может испортить сырье. Перед сушкой растительное сырье сортируют, удаляя случайно попавшие части других растений или части того же растения, не предусмотренные заготовкой (например, листья в цветочном сырье), а также побуревшие и поврежденные части и прочий мусор. Процесс сушки собранных растений - самый существенный момент в ходе заготовки. Есть несколько способов сушки растительного сырья: воздушная теневая, воздушная солнечная и тепловая с искусственным подогревом.

Воздушная теневая сушка применяется для трав, листьев и цветков, которые под влиянием прямых солнечных лучей блекнут, буреют, теряют естественную окраску и надлежащий внешний вид; количество действующих веществ в таком некондиционном сырье снижается. Такая сушка производится в хорошо проветриваемых помещениях или на чердаках, а в хорошую погоду - на открытом воздухе, но в тени, под специальным навесом, и лучше на ветру; закрытые помещения можно оборудовать стеллажами с выдвижными рамами, обтянутыми сеткой. Можно сушить сырье и на марлевых гамаках, подвешивая их на чердаке между стропилами. В гамаках марлю натягивают на распорки, чтобы она не морщилась и не сбивалась: гамаки очень удобны для сушки, так как в этом случае сырье вентилируется не только сверху, но и снизу и с боков, поэтому сушка идет быстрее. Воздушная солнечная сушка применяется для корневого и корневищного сырья, содержащего дубильные вещества и алкалоиды, а также для сочных плодов.

При том и другом способах сушки сырье раскладывают тонким слоем (от 1 до 3 см) и не менее одного раза в сутки переворачивают; при солнечной сушке сырье на ночь убирают в помещение, а при теневой на ночь закрывают двери и окна помещения, в котором находится сырье.

Тепловая сушка с искусственным подогревом оптимальна для всех видов сырья, но температурный режим задается для каждого вида. Травы,

листья, цветки, корни, корневища и луковицы сушат при температуре 50-60°, плоды и семена - при 70-90°, все сырье, содержащее эфирные масла, - при 35-40°С. Для этого используются специальные сушилки.

Сухие плоды и семена теряют влагу еще до обмолачивания и почти не нуждаются в сушке. В случае надобности их досушивают на открытом воздухе или в помещении.

Почки следует сушить очень осторожно - длительное время и в прохладном помещении, так как в тепле они быстро распускаются. Крупные почки (сосны, тополя) срезают с побегов непосредственно на месте, а мелкие (березы) - заготовляют вместе с побегами длиной 50- 60 см и только после сушки обмолачивают; обмолоченные побеги используют для изготовления метел. Заготовки почек ведутся на концентрированных лесосеках, попутно собирают их во время санитарных рубок и рубок ухода, а также в посадках, но в этом случае - исключительно с нижних побегов.

Заготавливая кору, спиливают или срубают молодые растения или побеги, а затем полностью снимают с них гладкую кору (старая растрескавшаяся содержит много пробки и мало действующих веществ). Частичная заготовка коры (т. е. не со всего побега, а только с одной его стороны), практиковавшаяся до недавнего времени, не может быть сейчас рекомендована, поскольку поврежденные растения становятся рассадником фитозаболеваний, распространяющихся на окружающие растения; это способствует развитию антисанитарного состояния в растительном сообществе. Заготовка коры, как и почек, сопутствует ведению различных рубок в лесном хозяйстве, но возможна и под пологом леса, а также на возобновляющихся лесосеках. Для коры предпочтительна тепловая сушка, так как в период ее заготовки еще слишком прохладно и сыро, чтобы сушить сырье на воздухе. Во время сушки необходимо следить за тем, чтобы куски коры, загнутые желобками, не вкладывались друг в друга, иначе они плесневеют и загнивают изнутри. Кору можно хранить от 3 до 5 лет.

При заготовке листьев следует срывать только нижние, чтобы не повредить цветению и плодоношению растений. Толстые и сочные черешки замедляют сушку, содержат мало действующих веществ, поэтому их удаляют (у трифоли, или вахты, мать-и-мачехи). При сборе листьев крапивы вначале растения скашивают, а когда листья подвянут и потеряют жгучесть, их обрывают. Мелкие кожистые листья (у толокнянки, брусники) непроизводительно обрывать руками, поэтому вначале сушат побеги растений, а потом с них обрывают листья, прочесывая ветки, или обмолачивают, выбрасывая стеблевые части. Окончательную очистку производят на решетках. Листья с тонкими листовыми пластинками сохнут неравномерно: листовые пластинки высыхают, а жилки и черешки остаются еще мягкими. Поэтому такие листья сушат до тех пор, пока и черешки не станут ломкими. После сушки листья сгребают в кучу и оставляют на несколько дней: благодаря гигроскопичности они слегка увлажняются и при упаковке меньше крошатся. Листья хранятся от 1 года до 3 лет.

Под термином «травы» в фармакогнозии подразумеваются олиственные и цветоносные стебли травянистых растений – либо вся надземная часть, либо только верхушки стеблей: для некоторых видов (чебреца, донника) под термином «трава» подразумевается смесь листьев, цветков и мелких стеблей, а иногда и целиком все растение вместе с корнями (например, сушеница топяная). Травы собирают, срезая ножом, серпом или секатором всю надземную часть на уровне нижних листьев. Оголенные стебли не трогают. Если растение образует чистые заросли, его скашивают косой, а перед сушкой удаляют посторонние примеси. У растений с жесткими стеблями (полынь, череда, донник) собирают отдельно листья и цветущие верхушки. При заготовке травы сырье надо срезать, а не срывать, чтобы не вырвать с корнем все растение. В домашних уловиях травы сушат обычно в тонких пучках, подвешивая их на

веревках. В целом для травы рекомендуется обычная сушка - теневая, или тепловая с искусственным подогревом. Траву хранят 1-2 года.

Цветки надо собирать в начале цветения растений. Несвоевременно собранные, они теряют окраску или сильнее, чем обычно, измельчаются при сушке. Под термином «цветки» подразумеваются не только отдельные цветки, но и их части (у коровяка, например, собирают только венчики) и даже целые соцветия (корзинки ромашки, ноготков или соцветия липы вместе с кроющим листом и др.). При заготовке цветки обрывают без цветоножек, а корзинки сложноцветных растений собирают, прочесывая при сборе, после чего обрывают цветоножки. При сборе ромашки пользуются специальными гребнями-совками. Корзинки сложноцветных собирают в фазе горизонтального расположения язычковых цветков, а те растения, которые имеют только трубчатые цветки – в начале распускания краевых цветков. Повышенная измельченность высушенных цветков снижает качество лекарственного сырья или делает его непригодным к употреблению. При сборе цветков с деревьев и кустарников для пригибания ветвей пользуются палками с крючком, а для срезания – секатором или сучкорезом. Цветки – самые нежные части растения, поэтому их нельзя укладывать плотно, в закрытую тару. Лучше всего собирать их в корзины и после сбора тотчас высушить, разложив слоем в 1 см и не переворачивая, чтобы не пёретерлись. Можно ворошить только корзинки сложноцветных – пижмы, ромашки, календулы и др. Срок хранения цветочного сырья до 2 лет. При сборе цветков и при заготовке травы необходимо оставлять нетронутыми несколько цветущих растений на 1 $м^2$ для семенного размножения. Плоды и семена следует собирать вполне зрелыми, за редким исключением. У растений с растянутым цветением плоды созревают неоднократно, и в то время как часть плодов еще не дозрела, спелые уже осыпаются – это приводит к большим потерям. В этом случае верхушки растений срезают в тот момент, когда половина плодов созреет, затем растения связывают в пучки и подвешивают для дозревания

всех плодов в сухом помещении. Созревая, плоды осыпаются, их легко можно собрать, а сухие снопики обмолотить. Плоды зонтичных (аниса, фенхеля, тмина) следует собирать рано утром при росе или в сырую погоду. Все сухие плоды после досушивания отсеивают от пыли и посторонних примесей, а окончательно очищают на веялках.

ГЛАВА 6. ДИКОРАСТУЩИЕ МЕДОНОСНЫЕ РАСТЕНИЯ ЮЖНОГО УРАЛА

6.1. Состояние кормовой базы лесного пчеловодства Башкортостана

Развитие пчеловодства может быть эффективным только при комплексном районировании регионов республики, совмещением одновременно сельскохозяйственных и лесорастительных зон. В этой связи наиболее объективным, по нашему мнению, является лесорастительное районирование территории республики. Известный лесовод А.Е.Рябчинский [1961] выделил 14 лесорастительных округов и для каждого из них обосновал систему лесохозяйственных мероприятий, обеспечивающих рациональное ведение лесного хозяйства и способствующих существенному повышению продуктивности лесов.

Разработанная им система легла в основу, в которой совмещены природно-сельскохозяйственные зоны с зонами лесорастительного районирования, т.к. только на этой основе можно наметить пути наиболее рационального использования лесных медоносных ресурсов. Это не противоречит эффективному использованию в этих же зонах медоносных ресурсов сельскохозяйственных угодий.

Славе башкирского меда способствовала специфическая кормовая база, представленная преимущественно насаждениями липы сердцелистной и сопутствующих ей других древесно-кустарниковых пород и трав. Липовые леса Республики Башкортостан составляют 35,5% площади всех насаждений липы сердцелистной, произрастающей в России [Кучеров и др., 1975]. Липняки произрастают в основном на западных предгорьях Южного Урала. Значительные площади они занимают и в Предуралье. Основные особенности распределения липняков по территории Башкирии были описаны С.Н. Козьяковым [1963], П.Л. Горчаковским [1972]. Г.В. Попов [1980] отмечает, что липа здесь занимает все Предуралье и область

низкогорного западного склона Южного Урала, она дальше всех других неморальных видов проникает на восток. При перемещении с запада на восток липа убывает в составе насаждений постепенно, доля ее участия падает до двух, одной единиц и, наконец, она принимает стреляющуюся форму и относится к подлеску. С.Ф. Курнаев [1968] называет леса из липы "главнейшей формацией" коренных широколиственных лесов Русской равнины.

Распределение насаждений липы по территории Предуралья неравномерно, эта порода образует в основном островные леса. Липа занимает 16,4% от общей лесопокрытой площади Предуралья, средняя полнота 0,66; запас составляет 169 $м^3$/га.

Общая площадь насаждений с участием липы составляет в республике Башкортостан 1082,0 тыс.га. Кроме того, довольно значительны площади и других медоносов: насаждения с преобладанием клена остролистного занимают более 250 тыс.га, ивы – около 20 тыс.га, различные кустарниковые медоносы – около 4 тыс. га. Следует отметить, что чистых липняков в республике очень мало. Как правило, липа растет в смеси с другими лиственными породами. Обычными спутниками липы являются клен, ильм, вяз, осина, дуб, береза. Средний состав липняков, например Архангельского лесхоза (Северная лесостепная зона) – 50% липы и, примерно по 10% клена, ильма, осины, дуба, березы, до 5% встречаются хвойные и единично вяз, ольха. В Кугарчинском лесхозе (Предуральская лесостепная зона) средний состав липняков: 60% липы, 20% клена, по 10% дуба и осины, единично ильм и береза. В Гафурийском лесхозе (Южная лесостепная зона) около 50% липы, примерно по 20% клена и ильма, 10% осины и т.д. [Лесной план Республики Башкортостан, 2008].

Существуют разные точки зрения о принципах ведения хозяйства в липняках. Ранее ряд авторов выдвинул две концепции по ведению хозяйства в липняках: первая – лесоводственными приемами можно сформировать древостои, в равной мере отвечающие задачам лесопользования и

пчеловодства [Мурахтанов, 1972]; вторая – совмещение максимального получения высококачественной древесины и продуктов пчеловодства не представляется возможным [Соколов, 1978].

В этой связи мы считаем более пригодным целевое ведение хозяйства в липняках с учетом интересов как пчеловодства, так и получения высокотоварной древесины. Для этого в насаждениях, предназначенных для получения высокотоварной древесины, все лесохозяйственные мероприятия и, в первую очередь, рубки ухода должны быть направлены на выращивание крупномерных, хорошо очищенных от сучьев стволов, а в зонах пасек, напротив, должны формироваться деревья с хорошо развитыми ажурными кронами. Особенно это важно для районов с небольшими площадями насаждений липы.

Однако до сих пор липняки в нашей республике рассматриваются в основном как источник медоносных ресурсов без дифференцированного подхода к их использованию. Последнее, главным образом, связано с тем, что в отдельных природных зонах и административных районах республики фактически не обоснована количественно и качественно потребность пчеловодства в массивах липняков. По имеющимся данным, на отдельные пчелиные пастбища в республике приходится от 1 до 206 га липняков. Это означает, что в перспективе еще предстоит решить задачу распределения общих массивов этой культуры и других медоносных древесных пород по реально эксплуатируемым их площадям, доступным для внутрирайонного и межрайонного кочевого пчеловодства или необходимым только для промышленной эксплуатации в лесохозяйственных целях.

Хорошим аналогом для таких проектных работ по липнякам являются принципы "экологического императива" в сельском хозяйстве Башкортостана, согласно которым в республике оптимизированы модели кормовой базы животноводства в пределах отдельных природно-экономических зон и административных районов с учетом рационального использования сельскохозяйственных угодий при сохранении

экологического равновесия. С учетом выше изложенного, мы предложили дифференцировать сельские районы по имеющимся площадям липняков в пределах отдельных природно-сельскохозяйственных и лесорастительных зон, на три группы:

- с площадью липняков до 10000 га;
- 10000-20000 га;
- более 20000 га насаждений липы.

По нашим расчетам, в первую группу могут войти 26 административных районов с общим массивом липняков около 140000 га или 14% от общей площади. Территории большинства рассматриваемых районов относятся к Предуральской провинции (районы: Шаранский, Бижбулякский, Буздякский, Благоварский, Давлекановский, Альшеевский, Куюргазинский, Янаульский, Краснокамский, Калтасинский, Бураевский, Мечетлинский, Кигинский, Салаватский, Илишевский, Дюртюлинский, Кушнаренковский, Чишминский, Уфимский, Кармаскалинский, Аургазинский, Стерлитамакский). Лесопокрытые площади Баймакского и Хайбуллинского лесхозов отнесены к Зауральской провинции. Липняки Зилаирского лесхоза произрастают в Горно-лесной зоне Южно-Уральской провинции. На долю первой группы в республике приходится 84 тыс. пчелосемей или 42% от общереспубликанского показателя. Это означало бы, что в данных районах площади липняков эксплуатируются отраслью пчеловодства более рационально [Хисамов, 1999].

В интересах пчеловодства в этих районах необходимо максимально использовать естественную нектаропродуктивность угодий. Для этого целесообразно применять лесоводственные приемы, которыми можно регулировать такие показатели насаждений, как полноту, освещенность и возраст древостоев, что может оказать существенное влияние на общую эффективность лесных медоносов. Так, рубками ухода, начатыми еще в молодняках, можно сформировать древостои с ажурными кронами. Одновременно следует выращивать разновозрастные насаждения и создавать

ступенчатость полога с тем, чтобы обеспечивалась достаточная освещенность возможно большей части крон. Как показывает практика, именно в таких насаждениях наблюдается лучшее цветение, а медосборы оказываются более устойчивыми и высокими. В липовых лесах имеются значительные площади и других медоносов: насаждения с преобладанием клена остролистного, ив и различных кустарниковых пород. Соответственно ценятся липняки, в которых, кроме основной культуры, имеются другие медоносы и источники пыльцы (ива, клен, рябина, ильм, вяз и др.). Именно такие породы преимущественно произрастают в Башкортостане. Поэтому при рубках или выборочных рубках все эти породы также требуют бережного отношения. Таким образом, в первой группе административных районов насаждения липы должны быть полностью ориентированы в основном на использование в качестве медоносных ресурсов.

Ко второй группе можно отнести 5 районов с общей площадью липняков 77100 га. Районы Бакалинский, Ермекеевский, Белебеевский Татышлинский и Дуванский отнесены к Предуральской провинции. Основные массивы данных насаждений сосредоточены в Белебеевской лесостепной зоне. На эту группу приходится 7% липняков, и в этой зоне размещено около 11% пчелосемей всей республики. Насыщенность этой группы пчелосемьями на 100 га липняков составляет 28 единиц. Отсюда следует, что во второй группе районов могут быть учтены интересы как пчеловодческих хозяйств, так и лесохозяйственных потребностей населения. В соответствии с этими требованиями рекомендуется проведение сплошных узколесосечных рубок с оставлением 50-100 деревьев липы на 1 га, которые могли бы служить источником нектара до тех пор, пока через 20-25 лет не вступит в фазу цветения пневая поросль. После этого срока оставленные деревья необходимо вырубить.

В третью группу входят 16 районов с общей площадью липовых насаждений 782000 га (78% всех липняков). В состав этой группы входят следующие районы, территории которых относятся к Предуральской

провинции, это Караидельский, Аскинский, Бирский, Благовещенский, Белокатайский, Нуримановский, Иглинский, Архангельский, Гафурийский, Ишимбайский, Туймазинский, Кугарчинский, Мелеузовский, Зианчуринский. Лесопокрытая площадь Белорецкого и Бурзянского лесхозов отнесена к Горно-лесной зоне Южно-Уральской провинции. Из этих насаждений на долю Южной лесостепи приходится 308200 га, Предуральской лесостепи 108800 и Южно-Уральской горно-лесной зоны 89600 га соответственно.

По сравнению с первой и второй группами административных районов здесь произрастают липовые насаждения, на которые приходится всего 71 тыс. пчелосемей (35% от общего количества). Эту группу лесов целесообразно использовать как для развития местного, так и кочевого пчеловодства из других регионов на арендной основе. Отсюда следует, что использование липняков в третьей группе районов может быть ориентировано в основном на выращивание полнодревесных стволов, отвечающее требованиям товарной хозсекции, поскольку имеющиеся медоносные ресурсы многократно превышают потребности кормовой базы как местного, так и кочевого пчеловодства республики. Вместе с тем целесообразно в данном регионе решить и проблему улучшения дорожных проездов к соответствующим массивам медоносов.

Основу товарного меда в Республике Башкортостан составляют насаждения липы сердцелистной. Липовый мед составляет иногда до 90% от товарного взятка за сезон. Годы с обильным и средним цветением у липы бывают чаще, чем со слабым. Во время ее цветения, пчелы почти не посещают других медоносов. В то же время успешному медосбору могут помешать проливные дожди, приходящиеся на период цветения липы, или наоборот, сильная засуха, губительно влияющая на нектароносность основного медоноса. Поэтому большое значение приобретают второстепенные медоносы, обеспечивающие поддерживающий взяток. К их

числу из древесно-кустарниковых растений относятся клен остролистный, заросли ив, рябины, черемухи, жимолости, малины, смородины и др.

Из травянистых медоносов распространены: кипрей, серпуха, дудник, лабазник, кровохлебка и др. Их заросли встречаются по вырубкам и старым гарям в поймах рек и, в меньшей степени, в древостоях по прогалинам [Хисамов, Кулагин, 2008].

В средний год роль растений, в период медосбора, можно определить следующим образом:

- в апреле начинают цвести 6 видов ив, два вида смородины, боярышник кроваво-красный, лещина обыкновенная и другие виды. Они могут дать около 3% меда от общего взятка.

- май – вяз, ветла, клен остролистный, черемуха, рябина обыкновенная. Дают около 10%.

- июнь – клевер, шиповник, жимолость, калина обыкновенная, сныть, малина, борщевик, кипрей, дягиль – 25%.

- июль – липа сердцелистная – 50%.

-август – чертополох курчавый, льнянка обыкновенная, душица обыкновенная, кульбаба осенняя -10%

- сентябрь – зубчатка поздняя, серпуха – 2%.

Цветки энтомофильных растений-медоносов выделяют нектар, из которого пчелы вырабатывают мед. Это – высококалорийный продукт. В зависимости от содержания воды 1 кг меда дает 3150-3350 калорий. Мед содержит в среднем 18 – 20% воды, 34,8 % глюкозы и фруктозы, 39,6% левулозы, 1,3% сахарозы, 4,8% декстринов, 0,19% минеральных веществ, 0,1% органических кислот, 0,45% растительного белка и биологически активных веществ [Иойриш, 1976].

Химический состав меда, собранного с разных медоносных растений, неодинаков. Среднее содержание сахаров достигает 70-80%. Это в основном глюкоза и фруктоза. Их ценность в том, что в отличие от тростникового

сахара они поступают из кишечника в кровь без превращений и легко усваиваются организмом человека [Захаренков, 2003].

Вкус, цвет и аромат меда обусловлен наличием в незначительном количестве кислот, красящих веществ и эфирных масел. В состав меда входят витамины B_2, B_6, B_1 B_3, B_5, Е, К, С и каротин. В 1 кг меда содержится, мг%: витамина B_2 (рибофлавина) до 1,5; витамина B_6 (пиродоксина) до 5; витамина B_1 (аневрина) до 0,1; витамина B_3 (пантотеновой кислоты) до 2; витамина B_5 или РР (никотиновой кислоты) до 1; витамина С (аскорбиновой кислоты) до 30-54. Количество витаминов в меде зависит от содержания в нем цветочной пыльцы. Из микроэлементов в состав меда входят: кальций, натрий, калий, магний, железо, хлор, фосфор, сера, йод, марганец, кремний, алюминий, бор, хром, медь, литий, никель, свинец, олово, гитан, цинк, осмий [Захаренков, 2003].

Мед издавна применяется в народной медицине, умело использующей его бактерицидные свойства. Употребление меда внутрь как лекарственного средства дает дополнительный эффект, так как бактерицидные свойства дополняются в нем высококачественным диетическим продуктом. Мед с успехом применяется при лечении желудочно-кишечного тракта, органов дыхания, сердечно-сосудистой системы и почек [Телишевский, Козьяков, 1974].

Ботанические сорта меда по источникам сбора весьма разнообразны. Тем не менее они внешне так сильно похожи, что отличить их бывает довольно трудно. Мед, полученный с одного и того же медоноса, но произрастающего в совершенно разных географических условиях или на почвах, имеющих другой химический состав, существенно отличается по органолептическим признакам, что является следствием влияния условий погоды и времени его сбора, флоромиграции и флороспециализации разных пород пчел и другие факторы. Например, мед, собранный с фацелии весной, светлее по окраске, чем осенний, а пчелы кавказской породы с одних и тех же медоносов приносят мед светлый, в то время как среднерусские пчелы – более темный [Шакиров, 1996].

С точки зрения биогеоценоза, в котором взаимодействуют лесные пчелы и медоносные растения, научный и практический интерес представляет серпуха венценосная. Серпуха венценосная (*Serratula coronata* L.) - невысокое многолетнее растение семейства астровых. Считается ценным медоносом. Произрастает на разнотравных лугах, болотах, в кустарниках и по долинам рек. Стебли прямые, слабо ветвистые, опушенные или голые. Корзинки одиночные или по 2 на концах ветвей. Цветки розового цвета. Листочки обертки расположены в 5 – 6 рядов, блестящие, кожистые. Серпуха является первостепенным медоносом и обладает высокой нектарной продуктивностью. С произрастающей на лугах серпухи пчелы могут собрать с 1 га до 1,5 кг беловатой цветочной пыльцы и до 100 кг меда. Цветет в июне – августе и даже до середины сентября.

Серпуховый мед светлый с зеленоватым оттенком, обладает тонким ароматом и имеет характерный резкий привкус. Кристаллизируется медленно, поэтому и пригоден для зимовки пчел. Пчелы собирают его с фиолетово-пурпурных цветков серпухи венценосной – многолетнего растения.

Нами изучены запасы серпухи венценосной в РБ в связи с возможностью выделения из зеленой массы этого растения экдистероида, оказывающего благотворное влияние на функциональное состояние пчел.

Развитие пчеловодства в лесном хозяйстве следует рассматривать не только как средство получения меда, но и как средство интенсификации в повышении урожайности сельскохозяйственных растений путем активного опыления ряда важнейших культур (гречиха, подсолнечник, плодово-ягодные и др.). Участвуя в перекрестном опылении растений, медоносные пчелы повышают их урожайность и жизнестойкость, а также способствуют воспроизводству и увеличению зеленой биомассы, обеспечивающей все другие живые организмы растительной пищей, пополнение атмосферы свободным кислородом и освобождение ее от углекислого газа, аккумулирующей на земле солнечную энергию.

Наряду с этим следует иметь в виду, что растительный мир по содержанию биологически активных веществ имеет большой и недостаточно используемый потенциал. Из 500 тысяч видов растений, произрастающих на нашей планете, в ветеринарии и лечебной медицине используется не более 300 видов. Некоторые из них, несомненно, обладают биологически активными свойствами, в частности, акарицидными, антигельминтными, инсектицидными и репеллентными эффектами. Соответственно в последние годы все чаще для борьбы со многими болезнями пчел также используют лекарственные растения.

В процессе сбора нектара и перги пчелы контактируют со многими растениями с адаптогенными свойствами для самих пчел. Такой аспект затрагиваемой проблемы важен в связи с тем, что в последние десятилетия количество пчелосемей на Южном Урале практически уменьшилось в 2 раза. С этим и связано то обстоятельство, что валовое производство меда уменьшилось более чем в 2 раза. Один из способов решения этой задачи заключается в использовании адаптогенных растений для нужд собственно самого пчеловодства. Проведенный в конце 90-х годов в Институте биологии Коми НЦ УрО РАН массовый скрининг растений европейского Северо-Востока России показал, что фармакологически перспективным и промышленно значимым растительным сырьем для выделения адаптогенов из класса фитоэкдистероидов может служить серпуха венценосная (*Serratula coronata* L.), которая пока не считается лекарственным растением. Была также разработана технология получения новой экдистероидсодержащей субстанции с использованием в качестве сырья наземных органов серпухи венценосной. Полученная субстанция представляет собой экдистероидсодержащую фракцию, основными компонентами которой являются 20-гидроксиэкдизон (далее - 20Е) (75%), инокостерон (11%) и экдизон (5%).

Ниже приводятся данные по характеристике основных видов, играющих важную роль в обеспечении медосборов и дающих пчелам пыльцу. Характеристика медоносов приводится по срокам цветения.

6.2. Весенние дикорастущие медоносы и перганосы

В республике насчитывается 42 вида весенних медоносов, в эту группу включено 30 видов деревьев и кустарников, цветущих весной. Среди них 6 видов ивы, два вида жимолости, два вида смородины, боярышник кроваво-красный, рябина обыкновенная и ряд других. Травянистые многолетние растения также обеспечивают пчел поддерживающим взятком и способствуют усиленному червлению матки и подготовке к главному взятку. Мы остановимся на описании основных видов весенних медоносов, которые были изучены особенно подробно.

Мать и мачеха обыкновенная (*Tussilago farfara* L.).

Многолетнее травянистое растение из семейства сложноцветных, астровых (*Asteraceae*). Рано весной образует цветоносные стебли с одиночными корзинками. Корзинки у мать-и-мачехи довольно крупные (1,5-2,5 см в диаметре). Цветки желтые. Это одно из первых цветущих видов весенней флоры. Как только сходит снег, сразу же появляются цветки мать-и-мачехи. Наблюдение, проведенные фенологами в различных зонах республики показали, что начало цветения ее приходится на 10 - 26 апреля. Наиболее позднее ее цветение отмечено в горно-лесной зоне. Примерно одновременно с началом цветения начинаются сроки лета пчел. Например, в 2005 г. мать-и-мачеха в г. Уфе зацвела 18 апреля, а первые пчелы появились 22 апреля. Цветение каждого растения продолжается 5-6 дней. Нектаропродуктивность одной корзинки составляет 0,0032 г. [Кучеров, Сираева, 1980]. Проведенный учет цветков в корзинке в среднем составлял 95 шт. В одной корзинке было в среднем 0,5 мг пыльцы.

Это растение одно из самых распространенных в республике. Растет по глинистым берегам больших и малых рек, по склонам оврагов. Мать-и-мачеха светолюбива, в лесу встречается редко. Предпочитает расти на южных более осветленных склонах, мало требовательна к теплу и почвам. Нектаропродуктивность одной корзинки в окрестностях г. Уфы составляла 0,0032 г, медопродуктивность – 0,0040 г. Формула нектара была: SgF, где сахарозы (S) – 25,59%, фруктозы (F) – 64,26% и глюкозы (g) – 10,15%. Используется пчелами как ранневесенний медонос.

Лещина обыкновенная (*Corylus avellana* L.).

Крупный кустарник высотой до 6 м из семейства лещинных (*Coryluaceae* Mirb.). Некоторые ботаники лещину относят к сем. березовых (*Betulaceae*). Кора серая или красновато-серая. Цветет рано весной, задолго до распускания листьев. Мужские сережки этого кустарника образуют длинные сережки, а женские цветки. В РБ проходит восточная граница естественного распространения лещины [Горчаковский, 1969]. Часто лещиной зарастают вырубки. На одном кусте орешника встречается до 20-30 стволиков. Растет лещина преимущественно в широколиственных лесах, в подлеске. Дает большое количество пыльцы. С одного куста лещины высотой 3 м может быть собрано около 9,5 г пыльцы. Одна сережка дает 13,9 мг пыльцы. Лещина - ценный перганос. Пчеловоды заготавливают пыльцу лещины, хранят ее в банках с притертыми пробками, а с наступлением весны дают ее пчелам, разводя предварительно сахарным сиропом или медом.

Пыльца действует на пчел оздоровляюще, вероятно, потому, что в ней содержится много витаминов. В Башкирии заросли лещины встречаются на площади более 100 тыс. га [Байков, Филиппов, 1976].

Береза бородавчатая (*Betula pendula* Roth).

Дерево из сем. Березовых (*Betulaceae*). В республике цветение происходит с конца апреля до середины мая.

Береза с одной сережки дает меньше пыльцы, чем лещина. С одной сережки (возраст дерева 15 лет) можно собрать 9,8 мг пыльцы. На молодом

дереве березы около 100 мужских сережек, которые все пылят и дают до 10 г. пыльцы. Самая распространенная порода в Башкортостане. Образует большие площади на северо-востоке, в Зауралье и на Южном Урале. Березовые насаждения произрастают в пониженных влажных местах (вейниковые, осоковые, сфагновые типы леса). Береза бородавчатая наряду с лещиной является редким весенним пыльценосом. Пчелы собирают с березы не только пыльцу, но и пьют сладкий березовый сок, который обильно выделяется во время сокодвижения. Береза встречается в наших лесах в значительном количестве. Эта древесная порода занимает 26% покрытой лесом площади, что составляет 1 млн. 296 тыс. га. [Рябчинский, 1976].

Медуница неясная (*Pulmonaria obscura* Dum.), медуница мягчайшая (*P. mollissima* Kern.).

Многолетнее растение из сем. Буравчиковых (*Boraginaceae*), окраска цветков которого меняется в зависимости от кислотности внутриклеточных соков. Медуница неясная начинает цветение в лесах республики очень рано, с 6 апреля. Пчелы уже могут собирать нектар с этого растения в последней декаде апреля. Медуница цветет более месяца. На одном растении можно встретить цветки разной окраски. В бутоне реакция кислая (цветок розовый), а после опыления реакция нейтральная или слабощелочная (цветок голубой). Растет в лесах с менее густым травяно-кустарниковым ярусом и преобладает в широколиственных лесах предгорий западного склона Южного Урала, западной и юго-западной части Южно-Уральского пенеплена, Уфимского плато, Камско-Бельского понижения. Медуница мягчайшая наиболее характерна для светло-хвойных и лиственных лесов низкогорий Южного Урала. Широко распространена в березово-сосновых лесах в Белорецком и Бурзянском районах [Носова, Кучеров, 1978]. Встречается в составе травяного яруса лиственных дубрав, растущих в низменностях, на равнинах и в горах. Растет на лугах и в ильмовых дубравах вблизи рек. У медуницы мягчайшей листья более крупные, она выше чем медуница неясная. Например, в 1977 г. в Бурзянском районе высота цветоносов медуницы

мягчайшей была 30-45 см, а у медуницы неясной - 25-40 см; длина прикорневых листьев соответственно - 40-60 см против 25-35 см. Учтенная нектаропродуктивность медуницы неясной показала, что с 1 цветка можно получить 0,4462-0,8046 мг нектара [Кучеров, Сираева, 1980]. Подсчеты показали, что на 1 $м^2$ в смешанных лесах насчитывается в среднем 6-10 растений. Медуница мягчайшая встречается реже - 4 экз. на 1 $м^2$ [Кучеров, Сираева, 1980]. Ценное медоносное растение. На 1 $м^2$ в смешанных лесах насчитывается в среднем 6-10 растений медуницы неясной, следовательно с 1 га можно получить более 1 кг нектара. Медуница мягчайшая встречается реже – 4 экземпляра на 1 $м^2$

Рябчик шахматовидный (*Fritillaria meleagroides* Patr.).

Многолетнее ранневесеннее растение из сем. Лилейных (*Liliaceae*). У рябчика шахматовидного одиночного, повислые цветки, грязно-пурпуровой окраски. Цветки довольно крупные - до 25-30 мм длиной. Цветение их длится 10-15 дней. После отцветания надземная масса его быстро отмирает и рябчик исчезает из травостоя. Часто отмечается в пойме р. Демы в Давлекановском и Чишминском районах. Встречается в Белебеевском, Хайбуллинском районах. Растет он на заливных лугах, на почвах слегка засоленных. Медопродуктивность с одного растения составляет от 1,4888 до 2,0868 мг. Ранневеснее медоносное растение. Встречается довольно редко [Кучеров, Хисамов, 2005].

Кроме рябчика шахматовидного на территории республики встречается еще рябчик русский *(Fritillaria rutheniaca* Wickytr.*)*, который является редким реликтовым видом, подлежащим охране. Наблюдения показали, что в конце мая эти виды выделяют довольно много нектара от 1,50 до 2,09 мг с одного растения. Они выделяют даже больше нектара, чем медуница. Пчелы охотно посещают рябчики.

Будра плющевидная (*Glechoma hederaceae* L.).

Многолетнее травянистое растение из сем. Губоцветных (*Labiatae*). В условиях Башкирии период ее цветения очень продолжительный (до средины

июня). Нектаропродуктивность с 1 цветка составляет от 0,20 до 0,33 [Кучеров, Сираева, 1980]. На одном ползучем стебле бывает от 9 до 18 цветков. Цветет в середине мая - с 6 по 17 мая (окрестности г. Уфы). Этот вид ранневесеннего растения широко распространен. Растет она в лесах, среди кустарников по всей республике. Нектаропродуктивность составляет с 1 цветка 0,2723 мг; с 1 растения – 0,0046 г. Содержание фруктозы – 76,79%; сахарозы – 2,53%; глюкозы – 20,67%. Будра играет довольно видную роль в обеспечении пчел ранневесенним взятком. Ее цветки посещаются пчелами наиболее интенсивно до момента полного облиственния деревьев в широколиственном лесу. В разреженных кустарниках, расположенных в поймах рек, бывает много пчел до самого конца цветения.

Одуванчик лекарственный (*Taraxacum officinale* Web. Ex Wigg.).

Многолетнее травянистое растение из семейства сложноцветковых (*Asteraceae*). Начинает цветение, как правило, в начале мая. В республике широко распространен во всех природных зонах. Он растет на лугах, лесных полянах, возделываемых полях, газонах в городах. Всюду цветет обильно. На 1 м^2 встречается от 2 до 10 шт растений. Нектаропродуктивность одуванчика довольно высокая. С одной корзинки он дает от 1,03 до 2,72 мг нектара [Кучеров, Сираева, 1980]. В составе сахаров в нектаре преобладает фруктоза и глюкоза. Весенний медонос.

Клен остролистный (*Acer platanoides* L.).

Дерево из сем. Кленовых (*Aceraceae*). У клена цветки трех типов: морфологически обоеполые (функционально женские), мужские и переходные (функции мужские) [Мушинская, 1978]. Клен начинает цветение в середине мая. Основные насаждения клена расположены в левобережном и правобережном Предуралье, на западных склонах Южного Урала. Нет клена на восточных склонах Южного Урала. В качестве доминанта и содоминанта клен встречается в Башкирии, на востоке своего ареала, где сосредоточено 90% чистых кленовников [Хамитов, 1954]. Растут преимущественно в лиственных и смешанных лесах (редко образуют чистые по составу

насаждения). Теневынослив (особенно в молодом возрасте). Клен может обеспечивать пчелиную семью, он дает с контрольного улья до 10 кг меда [Петров, 1970]. В Прибельском лесхозе клен имел среднюю медопродуктивность с 1 га 50 кг [Петров, Анферова, 1963]. На молодом (15 лет) дереве клена насчитывалось 17595 цветков, в нектаре 1 цветка содержалось 0,9 мг сахара, нектаропродуктивность с дерева составила 15,89 г. По данным Мушинской Н.И. [1978], на один цветок клена приходилось от 0,07 до 0,31 мг нектара с содержанием сухих веществ более 85%. Пчелы пьют сок, выделяемый из пораженных деревьев. Кленовый мед светлый, душистый, высокого качества, приятный на вкус. Занимает в Башкортостане довольно большие площади (до 266,6 тыс., или 5.3% от площади всех лесов республики).

Ивы (*Salix* L.).

В республике встречается 25 видов ив. Эти кустарники или деревья из сем. Ивовых (Salicaceae). Все виды являются хорошими медоносами. С них пчелы собирают нектар и пыльцу. Сроки цветения разных видов отмечаются с конца апреля до мая. В конце апреля - начале мая цветут ивы чернеющая (*S.nigricans* Smith), пепельная (*S. cinerea* L.) и белая (*S. alba* L.); до середины мая - ива трехтычинковая (*S. triandra* L.). Ива пятитычинковая (*S. pentandra* L.) зацветает только в июне. Древовидные ивы формируют ивовые леса. Кустарниковые ивы образуют заросли, произрастающие в местах интенсивного отложения песчаного аллювия, в прирусловой части пойм, иногда возле болот. Ивовые леса бывают чистыми и смешанными с тополем, ольхой, лохом. Башкирская бортевая пчела в Прибельском филиале Башгосзаповедника [Петров, 1980] в апреле успевает собрать до 0,7 кг меда в сутки на контрольный улей. Ивы в первый период медосборного сезона имеют среднюю медопродуктивность с 1 га 150 кг. Площадь насаждений с преобладанием ив в гослесфонде РБ составляет более 19 тыс. га.

Горицвет сибирский (*Adonis sibiricus* Patr.).

Многолетнее травянистое растение из сем. Лютиковых (*Ranunculaceae*). Цветет в конце мая и в начале июня он является хорошим медоносом. Растет в горно-лесных районах (Бурзянский, Белорецкий, Ишимбайский). Растет в смешанных сосново-березовых лесах, по опушкам и изредка на лесных лугах. Не образует больших зарослей, встречается рассеянно. В нектаре одного цветка содержится от 0,68 до 1,67 кг сахара. В составе нектара обнаружено сахарозы от 2,76 до 11,23%, фруктозы – от 26,25 до 39,77% и глюкозы – от 49,00% до 70,98%. Является хорошим медоносом. В наиболее плотных местообитаниях было насчитано на 10 $м^2$ 6-8 кустов. В отдельных куртинах на 1 $м^2$ отмечалось до 2-3 растений разного возраста [Кучеров и др., 1975].

Горицвет весенний (*Adonis vernalis* L.).

Многолетнее травянистое растение из сем. Лютиковых (*Ranunculaceae*). Зацветает горицвет в первой декаде мая, заканчивает цвести в конце мая [Кучеров и др., 1968]. Каждый цветок цветет от 5 до 7 дней. На одном растении горицвета сибирского бывает до 6-8 цветков ярко-желтого цвета. В наиболее плотных местообитаниях было насчитано на 10 $м^2$ - 6-8 кустов [Кучеров, Сираева, 1980]. Встречается, в отличие от горицвета сибирского, в лесостепи, заходит и в лесную зону, где встречается на юго-восточных, юго-западных склонах холмов. Наиболее значительные заросли (30-100 га) отмечены в Благоварском, Дуванском, Федоровском, Чекмагушевском, Учалинском районах. Больших зарослей не образует. В нектаре одного цветка содержалось 0,64 мг сахара. Нектаропродуктивность одного растения (20 шт. цветков) составила 0,0013 г, медопродуктивность – 0,0016 г. В составе сахаров было 53,76% фруктозы, 46,24% глюкозы (сахароза не обнаружена). Является хорошим медоносом. Дает пчелам ранневесенний взяток в виде нектара и пыльцы. В РБ насчитывается более 3 тыс. зарослей горицвета в 267 пунктах.

Оносма простейшая (*Onosma simplicissimum* L.).

Многолетнее растение из сем. Бурачниковых (*Boraginaceae*). Период ее цветения продолжительный - с мая по июль. В степной зоне Башкирии (Зауралье), а также на Южном Урале по холмам. Оносма растет на степных каменистых склонах не только в лесостепи республики, но довольно часто в горно-лесной зоне. Венчик у оносмы желтый, кверху расширенный. Пчелы охотно с них собирают нектар. Нектаропродуктивность одного растения (20 шт цветков) колеблется от 0,016 до 0,043% (от 0,58 до 2,07 мг). В составе сахаров – 53,65 фруктозы, 15,3 сахарозы и 31,32% глюкозы. Является ценным медоносом. Встречается на 100 $м^2$ – 20-30 растений.

Астра альпийская (*Aster alpinus* L.).

Многолетнее травянистое растение из сем. Сложноцветных (*Asteraceae*). Цветки охотно посещаются пчелами. У нее язычковые цветки сине-фиолетовой окраски, а срединные - тройчатые желтые. Они хорошо посещаются пчелами. Цветет астра с конца мая до середины июня. В нектаре цветка может содержатся 2,21 мг сахара. В среднем одна корзина имеет 43 язычковых и 120 трубчатых [Кучеров, Сираева, 1980]. В одной корзинке содержалось 1,47 мг сахара. Наибольшие заросли в Башкирском заповеднике (Узянский участок), в Учалинском, Белорецком, Салаватском районах. В республике является плейстоценовым реликтом, но довольно широко распространена. Растет на сухих каменистых местах. В нектаре содержится сахарозы 13,52, фруктозы – 70,42 и глюкозы – 16,06%. Является хорошим медоносом.

Брусника (*Vaccinium vitis – idaea* L.).

Кустарничек из сем. Брусничных (*Vacciniaceae*). Цветет в период с 14 мая до 7 июня. Часто брусника цветет вторично - пчелы собирают нектар с брусники весьма охотно. Этот вечнозеленый кустарничек распространен в основном в горно - лесной зоне Башкирии, а также в сосновых лесах на северо–западе, в некоторых районах Башкирского Предуралья. Встречается в хвойных и смешанных лесах, на высохших торфяниках. В нектаре одного

цветка содержится 0,12 мг сахара. В составе сахара преобладала фруктоза (62,29%), глюкозы и сахарозы меньше – соответственно 21,44 и 16,27%. Хороший медонос.

Жостер слабительный (*Rhamnus cathantica* L).

Кустарник или небольшое дерево из сем. Крушиновых (*Rhamnaceae*). Растение двудомное. Цветки раздельнополые, собраны по 10-15 шт. в монохазные соцветия, расположенные в пазухе листьев нижней части побегов. Цветок четырехчленный, душистый, узкоколокольчатый.

Этот кустарник растет в поймах рек, среди зарослей кустарников на остепненных склонах холмов. В республике он отмечается чаще по берегам рек Белая, Уфа, Ай, Сим, Юрюзань, Зилим. Мало его в юго-восточной части республики - Хайбуллинский, Баймакский, Зианчуринский, Зилаирский районы. Чаще он встречается в Бирском, Илишевском, Кушнаренковском районах. Растет в поймах рек, среди зарослей кустарников на остепненных склонах холмов. Один тычиночный цветок содержит 0,0708 мг сахара, а пестичный – 0,0513 мг сахара. Хороший медонос. На одном деревце возрастом в 15 -20 лет насчитывается до 80 – 100 тыс. цветков. Женские экземпляры дают до 32-40 тыс. плодов. Около 40-50% цветков образует плоды. Мед жостера желтого цвета, который не густеет и не засахаривается.

Крушина ломкая (*Frangula alnus* Mill.).

Кустарник или небольшое дерево из сем. Крушиновых (*Rhamnaceae*). Крушина ломкая в отличие от жостера, растение двудомное. Цветки раздельнополые, собраны по 10-15 шт. в монофазные соцветия, расположенные в пазухе листьев нижней части побегов. Один пестичный цветок содержал 0.07 мг сахара, а пестичный – 0,05 мг сахара (с. Кара-Якупово Чишминского района, 24 мая 1976). На одном деревце жостера возраста в 15-20 лет насчитывалось до 80-100 тыс. цветков. Цветки по 2-10 шт в пазушных пучках, они обоеполые, узкоколокольчатые. В республике встречается гораздо чаще, чем жостер слабительный, в основном в Предуралье. Меньше ее на Южном Урале и в Зауралье. Она растет в поймах

рек, в лесах. В нектаре 1 цветка крушины содержалось 0,15 мг сахара, несколько больше, чем у жостера. Активно посещается пчелами в конце мая – начале июня [Кучеров и др., 1976].

Боярышник кроваво-красный (*Crataegus sanguinea* Pall.).

Дерево или кустарник из сем. Розоцветных (*Rosaceae*). Цветет он во второй половине мая. Цветки его имеют специфический запах, однако пчелы их посещают охотно. Часто встречается по берегам рек и озер в Зауралье (Учалинский район), на северо-востоке (Дуванский, Мечетлинский и др.) и в районе западных предгорий Южного Урала [Кучеров, Хисамов, 2005]. Растет по опушкам лесов, берегам рек и озер. Больших зарослей не образует. Нектаропродуктивность 1 цветка боярышника составляет 2,04 мг сахара. В составе сахара 57,42% глюкозы, 29,99% сахарозы и 19,59% фруктозы. Хороший медонос, может дать значительный весенний взяток. Мед с боярышника белый, салообразный.

Рябина обыкновенная (*Sorbus aucuparia* L.).

Дерево из сем. Розоцветных (*Rosaceae*). Цветет в последней декаде мая и в первой декаде июня. Цветки собраны в многоцветковые щитовидные соцветия до 10-11 см в диаметре. Растет на опушках, под пологом хвойных, лиственных и смешанных хвойно-лиственных лесов [Кучеров и др., 1976]. С 1 га медопродуктивность рябины составляет 30-40 кг. В нектаре 1 цветка содержится до 0,24 мг сахара. В составе нектара преобладает фруктоза (44,45-60,00%), второе место занимает глюкоза (31,36-35,91%) и меньше всего сахароза (4,09-24,18%). По мнению пчеловодов республики, рябина хорошо выручает пасеки после неудачного медосбора с ивы. Мед с рябины красноватый, крупнозернистый с сильным ароматом.

Калина обыкновенная (*Viburnum opulus* L.).

Кустарник из сем. Жимолостных (*Caprifoliaceae*). Цветки собраны в рыхлую 6-8 лучевую зонтиковидную метелку. Краевые цветки в соцветьях более крупные, зигоморфные, бесполые. Фертильные, средние цветки обоеполые, короткоколокольчатые. Цветет несколько позднее, чем рябина,

июнь месяц. Распространена во всех районах РБ. Много ее в Предуралье по берегам рек Белая, Уфа, Дема, Кама, Быстрый Танып и др. Отмечена она и на Южном Урале. Растет по логам, по днищу которых протекают ручьи и небольшие речки [Кучеров, Сираева, 1980]. Определение нектаропродуктивности калины в пойме р. Уршак около д. Усманово в Аургазинском районе показало, что в краевых бесполых цветках было больше сахара в нектаре. В 1 цветке краевых цветков было 0,40 мг, а в фертильных обоеполых – 0,62 мг. В краевых цветках больше сахарозы (66,30%), меньше фруктозы (21,68%) и мало глюкозы (12,01%), а в срединных, фертильных цветках, наоборот, больше всего глюкозы (77,07%), меньше сахарозы (15,00%) и мало фруктозы (7,92%). Калина считается хорошим медоносом, дающим от 15 до 30 кг меда с 1 га.

Клубника, земляника, полуница (*Fragaria viridis* Duch.).

Многолетнее травянистое растение из сем. Розоцветных (*Rosaceae*). Цветет с конца мая до средины июня. Растет на открытых местах по всей республике. Растет на открытых пологих остепененных склонах холмов, по опушкам лесов, среди кустарников, на лугах, в поймах рек. Нектаропродуктивность высокая – 0,8004 - 1,1525 мг сахара на один цветок. В составе сахаров нектара преобладают фруктоза и глюкоза. Обильно посещается пчелами. Посещаемость ее пчелами средняя, но постоянная. Нектаропродуктивность клубники довольно высокая и составляет с одного цветка 1,02.

В среднем на 1 м^2 встречается до 8-10 шт растений земляники зеленой на склонах гор и до 6 экземпляров на опушках лесов.

6.3. Летние основные дикорастущие медоносы и перганосы

В республике Башкортостан в летний период цветет более 100 видов растений, которые дают пчелам главный взяток. Этот период делят на два периода: раннее лето (две декады июня и первая декада июля) и вторая половина леса (вторая декада июля - вторая декада августа).

Раннее лето начинается с начала цветения белого клевера и продолжается до начала цветения липы. Значительный взяток дают пчелам с начала цветения липы. В это время луга, лесные поляны покрываются нарядным ковром цветущих растений, многие из которых выделяют много нектара.

Пчелы усиленно посещают все цветущие растения, однако имеются виды, с которых они получают главный взяток. Такие растения называют товарными медоносами. Обычно эти виды являются преобладающими в лесах и на лесных полянах. Необходимо знать сроки их цветения, с тем, чтобы полностью использовать их нектарную продуктивность. Особенно важно успеть использовать богатое разнотравье лугов до конца июня – начала июля, так как позднее травы на лугах и лесных полянах скашиваются. Позднее пчелы собирают нектар с растений, произрастающих на склонах гор, по неудобным для сельского хозяйства угодьям.

6.3.1. Медоносы раннего лета

Клевер ползучий, клевер белый (*Trifolium repens* L.).

Многолетнее травянистое растение из сем. Бобовых (*Fabaceae*). Его соцветия в виде белых шаровидных головок появляются в начале июня. Цветение происходит почти все лето. Наиболее обильно он цветет на протяжении 50-65 дней. В одной головке клевера ползучего находится 35-46 шт. цветков. Растет в самых разнообразных условиях. Нектаропродуктивность 1 головки составляет 0,57 мг [Кучеров, Сираева, 1980]. Хороший медонос. Мед, получаемый из нектара клевера белого - душистый, светлый.

Свербига восточная (*Bunias orientalis* L.).

Двулетнее травянистое растение из сем. Крестоцветных (*Cruciferae*). Цветки ее ярко-желтые, пахучие. Она цветет с конца мая и до середины июля и охотно посещается пчелами. В республике распространена широко. Она встречается на лугах, на лесных полянах, как сорное растение на полях. С

одного цветка нектаропродуктивность составляет от 0,07 до 0,10 мг и с одного растения - от 0,0010 до 0,033 г. Содержание сахаров в нектаре: фруктозы - 46,48, глюкозы - 43,80 и сахарозы -10,00%. Хороший медонос.

Черноголовка обыкновенная (*Prunella vulgaris* L.).

Многолетнее травянистое растение из сем. Губоцветных (*Labiatae*). Цветет она продолжительно. Начинается цветение с первой половины июня и продолжается почти до конца августа. Встречается по всей республике. Растет по берегам рек и озер, по лесным опушкам, среди кустарников. Определение нектаропродуктивности черноголовки, проведенных в нескольких пунктах показало, что содержание сахара в одной головке колеблется от 4,57 до 6,11 мг. Из этих данных видно, что черноголовка представляет интерес как медоносное растение. Мелкие розово-фиолетовые цветки, собранные в головчатое соцветие, охотно посещаются пчелами.

Сныть обыкновенная (*Aegopobium podagraria* L.).

Многолетнее травянистое растение из сем. Зонтичных (*Umbelliferae*) Продолжительность цветения ее около 30 дней. Встречается по всей республике. Образует сплошные заросли в широколиственных и смешанных лесах и часто является растением доминантом в липняках, осинниках и других типах леса. Каждый сложный зонтик цветков выделяет до 60 мг сахара в день, а одно растение за период цветения до 2 г сахара или 2,5 г меда. В смешанных лесах Абзелиловского района около с. Аскарово на одном растении насчитано 1440 цветков, нектаропродуктивность его составила 0,12 г., в составе сахара содержалось сахарозы 22,96%, фруктозы – 47,79% и глюкозы – 29,25%. Считается медоносом главного взятка, обеспечивающим сбор товарного меда. Сныть обладает высокой нектаропродуктивностью.

Борщевик сибирский (*Heracleum sibiricum* L.).

Двулетнее или многолетнее травянистое растение из сем. Зонтичных. (*Umbelliferae*). В сложном зонтике бывает от 3 до 4,5 тысяч цветков. Цветение его происходит в июне - июле. Цветение продолжается от 20 до 30

дней. Растет во всех природных зонах республики. Растет в березовых, осиновых, смешанных и широколиственных лесах, по опушкам, в зарослях кустарников, и на лугах по всей территории РБ.

Нектаропродуктивность, по данным [Шакиров, Хамматов, 1977], составляет 80-100 кг с 1 га. На одном растении по левобережью р. Малый Нугуш в 6 км от с. Исламбаево в Бурзянском районе было 3 тыс. цветков, в нектаре одного цветка содержалось 0,12 мг сахара. В сахаре нектара было фруктозы 66,86%, глюкозы – 21,1% и сахарозы – 12,03%. Хороший медонос.

Шиповник майский (*Rosa majalis* Herm.).

Кустарник из сем. Розоцветных (*Rosaceae*). У него большие розовые цветки. В республике широко распространен. Растет среди кустарников на лугах, в поймах рек, по опушкам лесов по всей Башкирии. Определение нектаропродуктивности по правобережью р. Белой в Стерлитамакском районе показало, что в нектаре одного цветка 4.12 мг сахара [Кучеров, Сираева, 1980]. Считается одним из ценных медоносов. С этого растения пчелы собирают и пыльцу и нектар. Мед с шиповника почти бесцветный, долго не кристаллизуется. Он обладает превосходным специфическим ароматом розового масла.

Очиток гибридный (*Sedum hybridum* L.).

Многолетнее травянистое растение из сем. Толстянковых (*Crassulaceae*). Цветение его желтых цветков начинается во второй половине июня и продолжается все лето. На Южном Урале он довольно широко распространен. В республике он растет в основном в горно-лесной и степной зонах. Его местообитания приурочены к выходам горных пород на дневную поверхность, к скалам. Встречается он под пологом леса на каменистом субстрате. В нектаре одного цветка содержалось 0,40 мг сахара. В составе сахара нектара преобладала фруктоза 50,61%, глюкозы было 30,90% и сахарозы 18,49%. Мед, выделяемый очитком, красив на вид, золотистого цвета. Большие заросли его обнаружены в Ишимбайском, Бурзянском, Зилаирском и других горных районах.

Мышиный горошек (*Vicia cracca* L.).

Многолетнее травянистое растение из сем. Бобовых (*Fabaceae*). В г. Уфе цветение начинается с 3 июня и заканчивается в конце июля [Ряхова, Кучеров, 1976]. Большое обилие его отмечено в районе западных предгорий Южного Урала, где он местами образует куртинные заросли. Встречается среди кустарников, на лесных полянах, на лугах, на залежах, во всех природных зонах республики. Нектаропродуктивность мышиного горошка колеблется от 0,06 до 0,22 мг с одного цветка. Ценный медонос.

Клевера (*Trifolium* L.).

Многолетние травянистые растения из сем. Бобовых (*Fabaceae*). Цветение происходит все лето. Наиболее обильно цветет на протяжении 50-65 дней в мае-июле месяцах. Широко распространены по всей Башкирии. Растут на суходольных и заливных лугах, на лесных полянах, среди кустарников, у дорог, по опушкам лесов. Нектаропродуктивность клеверов колеблется от 1,64 до 2,74 мг с одного цветка [Кучеров, 1986].

В изученных клеверах содержится довольно много нектара, даже немного больше, чем у клевера белого. Меньше нектара выделяет клевер горный. Тоже хорошо посещаются пчелами. Мед, получаемый из клеверов душистый, светлый [Глухов, 1955].

6.3.2. Медоносы второй половины лета

В период второй половины лета цветут наиболее сильные медоносы: липа мелколистная, дягиль лекарственный, дудник лесной, володушка золотистая, душица обыкновенная, кипрей узколистный и др. В этот период происходит главный взяток пчел. Началом этого периода считают время зацветания липы.

Липа мелколистная (*Tilia cordata* Mill.)

Сем. Липовых (*Tiliaceae*). Крупное дерево с глубокими трещинами корой ствола и широколиственной раскидистой кроной. Листья сердцевинные, с длинно-заостренной верхушкой, длинночерешковые, голые,

пильчатые, темно-зеленого цвета. В нижней поверхности в углах жилок пучки волосков. Цветки душистые, в полузонтиках, с крупным прицветником в виде летучки. Цветение липы начинается с конца июня и продолжается до середины июля. Липняки находятся в основном на западных предгорьях Южного Урала (Нуримановский, Архангельский, Иглинский, Кугарчинский и др. районы). Значительные площади она занимает и в Предуралье (Туймазинский, Бакалинский, Стерлитамакский, Благовещенский районы). В дождливую пасмурную погоду пчелы нектар с липы почти не собирают. Напимер, в совхозе «Благоварский» в 1976 году из-за частых дождей медосбор с липы был не более 1 кг в сутки, тогда как в 1975 году, когда преобладала ясная сухая погода, средние показатели контрольного улья доходили до 2 кг [Кучеров, Сираева, 1977]. Так, по данным [Юрьев, 1977] за 50 лет наблюдений, липа полностью была уничтожена заморозками в Иглинском районе в 1868, 1873, 1881, 1899 г.г. В эти годы отмечалась и массовая гибель пчел. Содержание нектара в одном цветке липы с дерева 15 летнего возраста в Юматовском опытном лесничестве было 5,07 мг, 38 - летнего – 9,20; 66 -летнего - 8,93 и 100-летнего – 10,0 мг [Ибрагимов и др., 1976]. Является лекарственным и пищевым растением. Липа - самый лучший медонос нашей республики. В благоприятные для ее цветения годы она дает до 70-80% товарного меда. На западном склоне Южного Урала получают 80-90 кг меда на пчелиную семью [Власов, 1978]. Медопродуктивность липняков бывает до 1000 кг с 1 га. Липовые леса РБ занимают 35,3% площади всех липняков России. Площадь липовых насаждений составляет 1200 тыс. га [Хайретдинов и др., 2004].

Иван-чай узколистный, кипрей узколистный (*Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop.).

Многолетнее травянистое растение из сем. Кипрейных (*Onagraceae*). Цветет он продолжительное время. В Башкирии иван-чай встречается по гарям, на вырубках, по опушкам лесов, на обочинах дорог. Было определено суточное колебание содержания сахара в нектаре кипрея, произрастающего в

Абзелиловском районе около с. Аскарово. В день определения содержания нектара, была солнечная погода при температуре в +23^{0}С. В 10.00 часов в цветке содержание сахара было 1,23 мг, в 14.00 – 1,36 и в 17.00 – 1,42 мг. Из этих данных видно, что содержание сахара к вечеру увеличивается. Один цветок кипрея выделяет довольно много нектара - от 0,46 до 0,78 мг. Является также прекрасным медоносом. Нектаропродуктивность с 1 га кипрея близка к 500-600 кг. Мед с кипрея с зеленоватым оттенком, слабо ароматный. Местами образует сплошные заросли.

Козлобородник восточный (*Tragopogon orientalis* L.).

Двулетнее травянистое растение из сем. Сложноцветных, астровых (*Asteraceae*). Цветение его происходит с середины июня и продолжается до середины июля. Встречается на лесных полянах, на лугах, по опушкам лесов, на склонах холмов, на вырубках по всей Башкирии. Его желтые большие корзинки в солнечные дни раскрываются в 6 часов утра, они повернуты к солнцу. В течение дня поворачиваются в сторону солнца, а затем цветки закрываются в 17 часов. В связи с этим, пчелы посещают цветки рано утром - 8-9 часов и до 15 часов. Нектаропродуктивность составляет 6,89 мг сахара. В корзинке было 17 язычковых и 50 трубчатых цветков. В нектаре содержалось фруктозы 74,47%, сахарозы – 13,92% и глюкозы – 11,60%. Отмечено интенсивное посещение его пчелами.

Эспарцет сибирский (*Onobrychis sibirica* Turcz.).

Многолетнее травянистое растение из сем. Бобовых (*Fabaceae*). Эспарцет цветет с середины июня до конца июля. Растет он в основном на восточных предгорьях, на сухих каменистых склонах холмов. Часто встречался на хребтах Ирендык и Крыкты в Абзелиловском, Баймакском, Учалинском районах. В нектаре 1 цветка содержалось 0,13 мг сахара, на одном растении бывает более 600 цветков. В составе сахаров преобладает фруктоза – 58,35%, меньше глюкозы – 34,11% и менее всего было сахарозы – 7,54% Он дает пчелам с 1 га от 90 до 100 кг меда. Мед с эспарцета светло-желтый, хорошего качества.

Малина обыкновенная (*Rubus idaeus* L.).

Полукустарник из сем. Розоцветных (*Rosaceae*). Имеет растянутый период цветения - с конца первой декады июня и до конца июля. В Башкирии она широко распространена. Большие заросли образует на вырубках в лесах, по берегам рек, на опушках лесов. Раньше она зацветает на вырубках, а позднее под пологом леса и в оврагах и логах, где дольше держится снег. В благоприятную погоду пчелы приносят с малины ежедневно от 2,5 до 5,5 кг меда.

Дягиль лекарственный (*Archangelica officinalis* Hoffm.).

Многолетнее или двулетнее травянистое растение из сем. Зонтичных (*Umbelliferae*). Дягиль образует огромные растения, высотою до 2-3 м. Соцветие – крупный зонтик диаметром 8-12 см. Каждое растение цветет не более 15 дней.

Образует большие заросли в горно-лесных районах республики. Встречается по берегам рек, в сырых логах, по опушкам сырых лесов, иногда на заболоченных участках. Нектаропродуктивность одного цветка 0,13-0,17 мг сахара. В нектаре преобладает фруктоза – 88,81%, глюкоза – 6,46% и сахароза – 4,73%. На одном растении насчитывается примерно 13530 цветков. Ценный медонос. Он дополняет главный взяток, а в годы, когда пчелы не собирают нектар с липы, заменяет его. Мед с дягиля один из лучших по вкусу и аромату, он почти не уступает лучшему из медов - липовому. Нектаропродуктивность составляет 60-90 кг с 1 га.

Люцерна серповидная (*Medicago falcata* L.).

Многолетнее травянистое растение из сем. Бобовых (*Fabaceae*). Начинает цветение в третьей декаде июня и цветет до конца июля. Широко распространена во многих районах Башкирии. Растет на лугах, в поймах рек, на опушках смешанных лесов, в луговых степях. Нектаропродуктивность с одного цветка до 0,10 мг сахара. В нектаре преобладает сахароза – 47,13%, фруктоза – 36,70%, глюкоза – 16,16%. Хороший медонос.

Донники (*Melilotus Hill*). Двулетнее растение из сем. Бобовых (*Fabaceae*). В республике встречается пять видов донников. Наиболее распространены два вида: донник белый (*M. allus* Desr.) и донник лекарственный или желтый (*M. officinalis* L.). Начинается цветение их в последней декаде июня и продолжается до начала сентября. Растут на полях, на сорных местах, в поймах рек, по обочинам дорог по всем районам Башкирии. С одного цветка можно получить от 0,01 до 0,03 мг сахара. Донники считаются одним из лучших медоносов, поэтому часто пчеловоды высевают их около пасек.

Герань луговая *(Geranium pratense* L.).

Многолетнее травянистое растение из сем. Гераниевых (*Geraniaceae*). Цветение начинается с начала июня и продолжается до середины августа. Растет на суходольных лугах, по опушкам лесов по всей республике. Нектаропродуктивность ее довольно высокая - от 0,89 до 3,21 мг с одного цветка. Хороший медонос.

Лабазник шестилепестковый, земляные орешки (*Filipendula hexapetata* Gilib.).

Многолетнее травянистое растение из сем. Розоцветных (*Rosaceae*). Он цветет в июне-июле. Растет в степях, на сухих лугах, лесных полянах, по опушкам лесов. Нектаропродуктивность лабазника довольно высокая и составляет с 1-го цветка 0,15 г.

Горец альпийский, башкирская капуста (*Filipendula ulmaria* (L.) Maxim.).

Многолетнее травянистое растение из сем. Гречишных (*Polygonaceae*). Цветет с конца июня и до начала августа. Растет на лесных полянах, по опушкам, на лугах, на склонах гор и холмов. Определение нектаропродуктивности горца альпийского в пойме р. Инзер показало, что в нектаре 1 цветка содержалось 0,024 мг сахара, на растении насчитывалось 1290 цветков. Цветки отлично посещаются пчелами. Во время цветения горца альпийского на растениях бывает масса пчел, собирающих нектар.

Змееголовник руиша (*Dracocephalum ruyschianum* L.).

Многолетнее травянистое растение из сем. Губоцветных (*Labiatae*). Его большие фиолетово-синие цветки обильно посещаются пчелами в период цветения в июне и июле. Обитает он на лесных полянах, в сосновых борах, смешанных лесах. Особенно часто встречается в районе западных предгорий Южного Урала. На одном растении бывает до 30 цветков. В нектаре одного цветка содержалось 1,39 мг сахара. Хороший медонос в горно-лесной зоне республики.

Котовник венгерский (*Nepeta pannonica* L.).

Многолетнее травянистое растение из сем. Губоцветных (*Labiatae*). Цветет с конца июня до начала августа. Цветки у него мелкие, собраны на концах стебля и ветвей в полузонтиках, образуя ветвистое метельчатое соцветие. Растет в зарослях кустарников, на склонах гор, покрытых лесом. Нектаропродуктивность его высокая - 1 цветок выделяет от 0,07 до 0,20 мг сахара. Он считается главным летним медоносом и в горных районах Казахстана, где дает от 15 до 30 кг меда на семью.

Пустырник пятилопастный (*Leonurus guinguelobatus* Gilib.).

Многолетнее травянистое растение из сем. Губоцветных (*Labiatae*). Цветет с конца июня и до конца июля. В РБ он является одним из самых распространенных растений. Является одним из самых ценных медоносов. Цветки активно посещаются пчелами.

Володушка золотистая (*Bupleurum longifolium* L.).

Многолетнее травянистое растение из сем. Зонтичных (*Umbelliferae*). В сложном зонтике володушки бывает до 30 лучей, в каждом зонтике в среднем насчитывается по 18 цветков. Встречается по всей республике в смешанных лесах. Обильно посещаются пчелами.

Шалфей мутовчатый (*Salvia verticillata* L.).

Многолетнее травянистое растение из сем. Губоцветных (*Labiatae*). Этот вид растет на южных сухих склонах холмов. Образует местами большие

заросли. Один цветок выделяет от 0,05 до 0,11 мг нектара. Мед шалфея мутовчатого светло-янтарного цвета, высокого качества.

Шалфей степной (*Salvia stepposa* Schost.).

Многолетнее травянистое растение из сем. Губоцветных (*Labiatae*). Цветет с конца мая до начала августа. Растет на лугах, на лесных полянах, по сухим склонам холмов по всему Башкортостану. Один цветок выделяет от 0,18 до 0,28 мг нектара. На одном растении насчитывается от 42 до 290 шт цветков.

Буквица лекарственная (*Betonica officinalis* L.).

Многолетнее травянистое растение из сем. Губоцветных (*Labiatae*). Начинает она цветение в конце июня и цветет особенно обильно в июле. Растет на лесных полянах, опушках лесов, в кустарниках по всей республике. Буквица по своей нектаропродуктивности нисколько не хуже, чем шалфей степной.

Синяк обыкновенный (*Echium vulgare* L.).

Двулетнее травянистое растение из сем. Бурачниковых (*Boraginaceae*). Растет во всех районах республики как сорное. На одном растении было насчитано в среднем 1385 цветков. Нектаропродуктивность с одного цветка составляет до 2,08 г. Каждый цветок содержит в нектаре 1,50 мг сахара. Считается одним из лучших медоносов. Мед, получаемый с синяка, очень высокого качества и долго не кристаллизуется.

Василек (*Centaurea* L.).

Род однолетних и многолетних травянистых растений из сем. Сложноцветных (*Asteraceae*). В республике произрастает 9 видов василька. Нектаропродуктивность всех видов васильков довольно высокая и составляет 1,91 г. – 6,02 г. Все виды васильков хорошие медоносы.

Синеголовник плосколистный (*Eryngium planum* L.).

Многолетнее травянистое растение из сем. Зонтичных (*Umbelliferae*). Массовое посещение пчелами происходит в конце июля, когда многие виды медоносов уже отцветают. Его голубые головки цветков, собранные в щитовидную метелку, хорошо выделяются среди других растений. Встречается по всей республике. Растет на лугах, среди кустарников, на

склонах холмов, у дорог. В нектаре каждой головки содержится 1,57 мг сахара, в каждой головке - 72 цветка. По нектаропродуктивности синеголовник плосколистный можно отнести к хорошим медоносам.

6.4. Позднелетние и осенние поддерживающие дикорастущие медоносы

В конце лета во флоре республики имеется несколько видов медоносных растений, которые дают пчелам поддерживающий взяток. В это время цветут растения, которые не выделяют много нектара, но пчелы его берут, используя полностью для питания семьи, и в связи с этим поддерживают ее в хорошем состоянии. Отметим наиболее распространенные виды.

Тысячелистник обыкновенный (*Achillea millefolium* L.).

Многолетнее травянистое растение из сем. Сложноцветных (*Asteraceae*). Цветет с конца июня и до середины сентября. Одно из самых распространенных растений в республике. Нектаропродуктивность тысячелистника с 1-го цветка составляет 0,02 – 0,51 мг.

Установлено, что один цветок тысячелистника выделяет почти одинаковое количество нектара, как в начале цветения (июнь), так и в конце периода цветения (конец августа). Он активно посещается пчелами.

Коровяк черный (*Verbascum nigrum* L.).

Двулетнее травянистое растение из сем. Норичниковых (*Scrophulariaceae*). Цветет с конца июня до середины августа. Растет по оврагам, в поймах рек, на склонах холмов по всей республике. Цветки дают пчелам от 0,36 до 1,03 мг на 1 цветок.

Мордовник обыкновенный (*Echinops ritro* L.).

Многолетнее травянистое растение из сем. Сложноцветных (*Asteraceae*). Цветет в июле и до конца августа. Растет в основном в Зауралье по хребтам Ирендык и Крыкты. Им покрыты каменистые склоны этих гор.

По наблюдениям, за один час на одном растении отмечалось 14 медоносных пчел, 3 шмеля и две одиночные пчелы. В каждой головке мордовника - 187 цветков. В нектаре одного цветка содержится 0,10 мг сахара. Хороший медонос.

В нашей республике встречается еще один вид мордовника шароголовый (*Echinops sphaerocephalus* L.). Он растет в основном в поймах рек, по опушкам лесов в Предуралье. Мед, получаемый с мордовника, имеет светло-янтарную окраску, приятный на вкус, с тонким ароматом.

Хатьма тюрингенская (*Lavatera thuringiaca* L.).

Многолетнее травянистое растение из сем. Мальвовых (*Malvaceae*). У нее красивые крупные бледно-розовой окраски цветки. Венчики достигают до 4 см длины. Особенно много ее в поймах рек в Предуралье. Растет она среди кустарников, по опушкам лесов, на залежных землях. Нектаропродуктивность хатьмы очень высокая - от 2,41 до 4,90 мг на один цветок. Хороший пыльценос.

Череда трехраздельная (*Bidens tripartita* L.).

Однолетнее травянистое растение из сем. Сложноцветных (*Asteraceae*). Встречается большими зарослями, цветет в июле и августе. Растет на сырых лугах, по берегам рек. Нектаропродуктивность одного соцветия – 0,31 мг сахара. В каждом соцветии насчитывается до 5 корзинок. Пчелы охотно посещают ее цветки, так как во время цветения череды мало цветущих растений.

Душица обыкновенная (*Origanum vulgare* L.).

Многолетнее травянистое растение из сем. Губоцветных (*Labiatae*). Цветет продолжительное время - с конца июня до середины сентября. Встречается по всей республике. Растет по опушкам лесов, в зарослях кустарников, на лугах, в поймах рек, по склонам гор. Нектаропродуктивность душицы от – 0,03 до 0,15 мг в одном цветке. Хороший медонос.

Льнянка обыкновенная (*Linaria vulgaris* Mill.).

Многолетнее травянистое растение из сем. Норичниковых (*Scrophulariaceae*). Цветет с июня до середины сентября. Встречается по обочинам дорог, на парах, как сорное во всех районах республики. С одного цветка дает довольно много нектара (от 0,35 до 1,39 мг). Интересно отметить, что в составе нектара по сравнению с многими видами медоносов наряду с фруктозой много сахарозы.

Икотник серый (*Berteroa incana* D.C.).

Двулетнее травянистое растение из сем. Крестоцветных (*Cruciferae*). Цветет с конца мая до середины сентября. Растет во всех районах республики. С одного цветка икотника нектаропродуктивность составляет от 0,008 до 0,083 мг. Он дает пчелам, кроме нектара, довольно много пыльцы.

Чертополох курчавый *(Carduus crispus* L.).

Двулетнее травянистое растение из сем. Сложноцветных (*Asteraceae*). Цветет с июня до середины сентября. Встречается по всему Башкортостану по выгонам, по пустырям, обочинам дорог. Одно соцветие выделяет довольно много нектара - от 3,26 до 7,96 мг. Мед бесцветный, иногда светло-янтарного цвета, приятный на вкус, кристаллизуется медленно.

Кульбаба осенняя (*Leontodon autumnalis* L.).

Многолетнее травянистое растение из сем. Сложноцветных (*Asteraceae*). Ее желтые соцветия появляются уже в конце июля и весьма напоминают одуванчики. Широко распространена. На одном растении было 4 соцветия, в нектаре 1 соцветия содержится 2,23 мг сахара. Она считается ценным поздним медоносом, дающим не только нектар, но и пыльцу.

Зубчатка поздняя (*Odontites serotina* (Lam.) Dum.).

Однолетнее травянистое растение из сем. Норичниковых (*Scrophulariaceae*). Цветет это однолетнее растение поздно - в конце августа - начале сентября. Растет на лугах, лесных полянах, на щебнистых почвах. Нектаропродуктивность зубчатки составляет 0,19 мг сахара в одном цветке. Считается хорошим медоносом.

Очень важное значение для получения устойчивых медосборов имеет наличие вблизи пасек непокрытых лесом площадей, разнотравье которых может обеспечить пчел дополнительным нектаром и пыльцой. Но обычно при плановом лесоустройстве такие участки отводятся под лесокультурные мероприятия без учета интересов пчеловодства. Между тем, практика показывает, что для обеспечения устойчивой кормовой базы, даже в липняках, необходимо не только сохранять такие непокрытые лесом площади равнины и редины, но создавать дополнительно к ним посевы медоносов из расчета не менее 5 га медоносов на каждые 100 пчелосемей. На таких участках можно сеять культуры разных медоносов, цветущие в разное время, и этим обеспечивать непрерывность цветения, или так называемый «цветочный конвейер». Необходимость создания подобных посевов травянистых медоносов диктуется и тем, что липа, хотя и является прекрасным медоносом, но годы с обильным нектаровыделением бывают не каждый год. В период цветения нередко бывают ливни и дожди, смывающие нектар, или сухая погода, от чего нектар густеет и пчелы лишаются возможности собрать его. Именно поэтому и необходимы дополнительные источники нектара, время цветения которых не совпадает со цветением липы.

6.5. Эффективность использования лесных медоносных угодий

При рассмотрении вопросов продуктивности лесных и луговых экосистем, возникают задачи, связанные с интенсификацией ведения пасечного хозяйства. В связи с этим были изучены медоносные угодья на примере территории Башкирского Предуралья или Западного Башкортостана.

Западный регион Башкортостана по облесенности представлен двумя группами районов: 1. Находящимися в зоне Белебеевской возвышенности, где облесенность составляет не менее 25%, при общей лесопокрытой площади 338400 га, в том числе липняков – 86600 га. 2. Менее облесенными

районами, с общей лесопокрытой площадью 142300 га, в том числе 19200 га липняков.

В каждой из этих двух групп имеются районы с отличающимися от общей выборки показателями. Так, например, в первом случае это Бижбулякский район, где очень мала площадь липняков (около 600 га), а во втором – Альшеевский район с площадью липняков свыше 8000 га. Однако, несмотря на эти исключения, районы внутри территории этих двух зон в Западном регионе Башкортостана характеризуются относительно сходными условиями по потенциальной медоносной базе лесных угодий. За исключением отмеченных выше случаев, в первой группе районов площади липняков варьируют от 8400 до 25000 га на один административный район, во втором случае от 1600 до 3700 га.

В наших исследованиях по анализу кормовой базы пчеловодства на лесных массивах были охвачены в основном лесхозы на территории Белебеевской возвышенности в связи с наличием в них большой площади естественных липняков. Для выяснения роли последних в общей кормовой базе стационарных лесных пасек были определены площади липняков на припасечных участках всех лесничеств Бакалинского лесхоза с учетом их группы возраста (молодняки, средневозрастные, приспевающие, спелые и перестойные). Продуктивность самого пчеловодства была учтена по отчетным показателям количества пчелосемей на пасеку, а также выходу товарного меда по всей пасеке и отдельным пчелосемьям. В этой серии опытов на пчелиных "точках" с учетной площадью 1250 га учитывалась только площадь липняков, а остальные медоносы и пыльцевые ресурсы во внимание не принимались, поскольку этот вопрос требует самостоятельного рассмотрения. Все эти параметры были подвергнуты математической обработке с использованием программы STATGRAF.

Исходя из вышеизложенного, зависимость эффективности пчеловодства от площадей липняков в припасечных участках на территории Бакалинского лесхоза была определена методом расчета коэффициентов

парной корреляции. До проведения настоящих исследований ранее такие обобщенные результаты другими авторами не рассматривались.

Как видно из табл. 6.1, количество пчелосемей и соответственно выход общего товарного меда на пасеках на территории отдельных лесничеств Бакалинского лесхоза сопряжены сильной положительной связью с площадью лесов (r=0,58-0,69) и еще более сильной связью – с общей площадью липняков (r=0,74-0,78). Такая зависимость вполне логична, поскольку размещение и общее количество пасек, несомненно, зависит от размеров территории лесов.

На припасечных участках данной территории общая площадь липняков варьирует от 54 до 518 га, составляя в среднем 239 га. Такое сильное варьирование присуще и липнякам всех возрастных групп, т.е. в настоящее время эксплуатация липняков здесь не оптимизирована. Вместе с тем, обращает на себя внимание наличие очень сильной корреляционной связи между выходом товарного меда на отдельную пчелосемью и площадью спелых и перестойных липняков в припасечных участках, т.е. пчелиных "точках" (r=0,88). Следовательно, именно эта площадь липняков определяет в конечном итоге важную роль в общей площади липняков (r=0,71), в которой приспевающие деревья не влияют фактически на выход товарного меда с отдельной пчелосемьи (r=-0,07 и 0,24), а эффект средневозрастных липняков (r= 0,37), в большей степени зависит, по-видимому, от медоносного подлеска. Необходимо отметить, что количество пчелосемей в пасеках не связано с площадями разновозрастных липняков (r=-0,04-0,28), что свидетельствует о возможности дальнейшего увеличения их до оптимального уровня. В перспективе эту величину хозяйственной целесообразности еще предстоит определить.

Таблица 6.1

Площади липняков в припасечных участках Бакалинского лесхоза, га.

Показатели	Площадь всех лесов*		Липняки припасечные,	в т.ч. по группам возрастов			
	общая	в т.ч. липняки		молодняки	средне-возраст-ные	приспевающие	спелые и перестойные
1. Лесопокрытая площадь, га	63894	19120					
2. Варьирование	-	-	54 - 518	2-81	23 -186	7-254	11-334
3. Среднее на пасеку	-	-	239	18	65	56	100
4. Коэффициенты парной корреляции, r							
количество пчелосемей	0,58	0,74	0,01	-0,04	0,11	0,28	-0,27
товарный мед на пчелосемью	0,01	-0,21	0,71	-0,07	0,37	0,24	0,88
товарный мед на пасеку	0,69	0,78	0,42	-0,12	0,41	0,46	0,21

* В выборке использованы показатели облесенности 7 лесничеств Бакалинского лесхоза и площадей липняков в них.

По данным Н.И. Никитина [Никитин и др., 2002], количество товарного меда на отдельную пчелосемью связано слабой положительной корреляцией с общим объемом товарной продукции отдельных пасек в массивах липняков (r=0,21). Это подтверждает высказанную нами мысль и свидетельствует об имеющихся медоносных ресурсах в повышении как общей продукции пасек, так и отдельных пчелосемей в них. В этой же работе установлено, что количество пчелосемей в отдельных пчелиных «точках» и общий выход товарного мёда со всей пасеки связаны сильной зависимостью (r=0,83), это настолько очевидная истина, что она и не требует, казалось бы, особых доказательств: больше пчелосемей - больше товарного мёда с пасеки. Вместе с тем показано, что количество пчелосемей отрицательно коррелирует с выходом товарного мёда на отдельную пчелосемью (r=-0,36). Не исключено,

что на имеющихся припасечных участках анализируемого нами Бакалинского лесхоза частично проявляется и конкуренция между отдельными пчелосемьями за нектарные ресурсы имеющихся липняков. Однако этот вопрос без учета всех медоносных ресурсов пчелиных «точков» не может быть решен окончательно, т.е. необходимы дополнительные исследования. Все дело в том, что в выборке всех пасек наблюдается сильное варьирование площадей липняков в припасечных участках.

Интересная закономерность проявляется при оценке роли разновозрастных липняков в выходе товарного меда в отдельных пасеках. Как видно из табл. 6.1, коэффициенты корреляции средней силы выявлены для таких факториальных показателей, как площади средневозрастных и приспевающих липняков (r=0,41 и 0,46). Их нектаропродуктивность не может являться главным фактором выхода товарного меда, поскольку цветки липняков этого возраста не являются превалирующими в нектаропродуктивности. Дело здесь в том, что площадь липняков этого возраста составляет не менее 50% площади липняков и в них имеются дополнительные ресурсы медоносов на массивах опушек и подлеска. Следовательно, в общей медоносной продуктивности липняков важная роль принадлежит не только спелым липнякам, но и массивам медоносного подлеска и опушек, а также сопутствующих им лесов.

Как уже было отмечено выше, в настоящей работе впервые поставлена задача оптимизации использования липняков в пчеловодстве. В этой связи необходимо подчеркнуть, что на припасечных участках липняков Бакалинского лесхоза эксплуатируются около 4000-5000 га липняков из общего массива в 19147 га. Отсюда следует, что количество лесных пасек на территории Бакалинского лесхоза может быть увеличено в перспективе не менее чем в 4 раза. Но для этого необходимо более подробное геоботаническое описание территории всех лесных медоносных ресурсов.

В таблице 6.2 представлена информация по лесным медоносным ресурсам на всей территории Белебеевской возвышенности, включая

Бакалинский лесхоз. Как видно, количество пчелосемей в данной зоне связано коэффициентом корреляции средней силы с общей площадью лесов (r=0,54) и довольно слабо площадь лесов коррелирует с объемом медосбора (r=0,29). Вместе с тем для этих же показателей выявлены сильные связи с площадью липняков в лесхозах анализируемой зоны (r=0,76 и 0,63). Существенные корреляционные связи обнаружены в тех же лесхозах между показателями эффективности функционирования пасек и объемом рубок ухода (r=0,86 и 0,64) и заготовок сена в зоне гослесфонда (r=0,52 и 0,75). Все это свидетельствует о важности кормовой базы пчеловодства, представленной в лесных массивах в виде подлеска на территории рубок ухода, а также лесными сенокосами и опушками. Сюда же относятся медоносные ресурсы кленовников и ивняков.

Лесные медоносные ресурсы на остальной территории западного региона Башкортостана, включающего Илишевский, Дюртюлинский, Чекмагушевский, Буздякскиий, Благоварский, Давлекановский и Альшеевский районы не менее богаты, чем в первой группе районов. Как видно из табл. 8, это касается территорий всех лесных медоносных угодий. Вероятно, именно с этим связан тот факт, что в семи районах имеется около 30 тыс. пчелосемей, а в других семи только 17 тыс.

Таблица 6.2

Медоносные ресурсы лесов Западного региона РБ, га*.

Административные районы	Лесопокр. площадь, га	липа	клен	ивовые	вырубки и опушки	сенокосы	Итого лесных медоносов, га
Зона Белебеевской возвышенности							
1. Бакалинский	63894	19120	274	176	4430	1543	25543
2.Шаранский	35118	8440	364	39	2630	423	11896
3.Туймазинский	74431	25012	998	83	4830	2669	33592

4.Белебеевский	68816	11859	581	5	5640	1328	19413
5.Ермекеевский	21738	13072	67	2	860	415	14416
6.Бижбулякский	34409	568	67	23	3380	707	4745
7.Миякинский	39909	8550	513	630	3020	1195	13908
Всего, га	338405	86621	2864	1138	24790	8280	123690
Коэффициенты парной корреляции, r							
количество пчелосемей	0,54	0,76	-	-	0,86	0,52	-
объем медосбора	0,29	0,63	-	-	0,64	0,75	-
Остальная территория западного региона РБ							
Всего, га	142294	19201	912	1308	12100	4036	37557

* по данным (Аскаров, Хисамов, 1999)

Наряду с вышеизложенным, есть основание предполагать, что в пчеловодстве анализируемой зоны не используются даже на экстенсивной основе не только массивы липняков, но и ресурсы сельскохозяйственных угодий, представленные посевами гречихи, подсолнечника, донника, сенокосных угодий и других. Информация относительно них представлена в таблице 6.3. Показано, что в зоне Белебеевской возвышенности в переводе на гречишные единицы, которая взята в качестве эквивалента всех сельскохозяйственных медоносов (Ковалев, 1959), имеется более 16 тыс. га гречихи, 5 тыс. га подсолнечника, 12 тыс. га донника и других медоносных угодий. Все они вместе взятые в условных гречишных единицах составляют около 50 тыс.га. При рациональном их использовании они могут существенно дополнить лесные медоносные ресурсы и обеспечить прирост количества пчелосемей не менее чем в 2 раза. Но для этого необходимо обязательно провести инвентаризацию всех медоносных угодий на территории Белебеевской возвышенности и обеспечить в течение сезона медосборов не менее 2-кратную кочевку из лесных угодий на посевы сельскохозяйственных медоносов и наоборот. Только при выполнении этого условия можно увеличить и количество пчелосемей в пасеках с малой их

численностью. Из этой же таблицы можно видеть, что в менее облесенных районах западного региона структура медоносов на сельскохозяйственных угодьях несколько иная. При относительно одинаковой доле посевов гречихи здесь в 2 раза выше доля посевов подсолнечника, а с учетом общего количества пчелосемей этот показатель выше почти в 4 раза. Еще более значимы в этом регионе показатели насыщенности посевами донника, естественными сенокосными угодьями и некоторыми другими медоносами. Это означает, что и в менее облесенных районах западного региона имеются громадные ресурсы медоносных растений.

На основании анализа рассмотренных выше данных можно прийти к заключению, что по богатству естественных медоносов в лесных массивах, а также в агроценозах зона Белебеевской возвышенности характеризуется особенно благоприятными условиями для развития отрасли пчеловодства. Вместе с тем, вся проблема состоит в том, что, располагая хорошими возможностями как для экстенсивного, так и интенсивного развития пчеловодства, в регионе не решены вопросы детальной инвентаризации

Таблица 6.3

Площади сельскохозяйственных медоносов, в гречишных единицах, га.

Районы	Количество пчелосемей	Гречиха	Подсолнечник	Люцерна	Эспарцет	Козлятник	Клевер	Донник	Сенокосы	Итого (в греч ед), га
Зона Белебеевской возвышенности										
1.Бакалинский	3600	790	240	290		250	40		1320	2930
2.Шаранский	3100	950	200	580	120	70	30	3720	940	6610
3.Туймазинский	5300	1430	480	860		80	20	4900	1800	9570
4.Белебеевский	3700	2100	80	350	290	100	30	3600	390	6940
5.Ермекеевский	5400	1790	320	190		170	30		1620	4120
6.Бижбулякский	5800	6240	1440	950		20	20		1940	10610
7.Миякинский	2400	2970	2380	330		150	10		2030	7870
Всего в греч.ед.,га	29300	16270	5140	3550	410	840	180	12320	10040	48650
Остальная территория западного региона РБ										
1.Илишевский	1200	1690	730	370		20	20	1500	1910	6240
2.Дюртюлинский	2900	1310	50	360	340	100	50	2700	1880	6790
3.Чекмагушевский	1900	800	1220	350		160	10	3000	780	6320
4.Буздякский	2400	1370	1590	420		100	40		980	4500
5.Благоварский	2300	810	2090	720	140	20	20	4200	1250	9250
6.Давлекановский	2900	1000	3220	640	320	30	0	2800	1440	9440
7.Альшеевский	3300	1400	1950	580	90	60	0	9900	2070	16050
Всего в греч.ед.,га	16900	8380	10850	3410	890	490	140	24100	10310	58570

имеющихся медоносных ресурсов и не разработаны условия реализации этого потенциала на основе геоботанических обследований и интенсификации кочевого пчеловодства. Те же проблемы стоят и перед отраслью пчеловодства в менее облесенных районах Западного региона Башкортостана. Одновременно с решением всех этих проблем с целью интенсификации пчеловодства необходимо также дополнительно укрепить кормовую базу пчеловодства за счет посевов ценных медоносных культур вблизи стационарных пасек.

Все это свидетельствует о необходимости усиления научного обеспечения решения проблемы оптимизации кормовой базы пчеловодства в западном регионе Башкортостана путем целенаправленного формирования зарослей наиболее перспективных и продуктивных многолетних растений (серпуха венценосная и другие). С этой целью на финансируемой основе должны быть объединены усилия исследователей 3-х научных направлений - пчеловодов, специалистов лесного хозяйства и ботаников - ресурсоведов. Именно такие творческие группы в течение 3-4-х лет могут успешно решить поставленную задачу [Зарипов, Хисамов, Аскаров, 1999].

ГЛАВА 7. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕДРЕВЕСНЫХ ЛЕСНЫХ ПРОДУКТОВ В ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Весьма многочисленную по видовому составу группу представляют технические ресурсы, применяемые в различных областях промышленности. Среди дикорастущей флоры республики встречаются 90 видов жирномасличных, 68 видов эфирномасличных, 14 видов прядильных, 120 видов дубильных и значительное количество красильных растений. Однако все эти виды полезных растений до сего времени почти не используются, кроме нескольких видов дубителей - дуб, ива, ель. [Кучеров, Хисамов, 2005]. В народе известно использование некоторых прядильных растений - конопля сорная, липа.

Все эти группы полезных растений плохо изучены. Краткое описание некоторых видов этих групп полезных растений представлено ниже.

Жирномасличные растения. В этой группе полезных растений образуется значительное количество жирных масел. Растительные жиры или масла (как и жиры животного происхождения) являются самым высококалорийным продуктом в питании человека. Жирные масла содержатся в растениях в основном в семенах, а иногда в мякоти плодов. Жирные масла, содержащиеся в растениях, делят на высыхающие, полувысыхающие и невысыхающие. Высыхающие масла применяются в технике для изготовления олифы. Полувысыхающие употребляются для лаков, в мыловарении, для производства маргарина. Невысыхающие масла широко применяются в пищу, а также для смазки моторов, в кожевенном и красильном производстве. Пищевые масла, в зависимости от вида использования, разделяют на кухонные, столовые, пекарные и консервные. Как кухонные они применяются главным образом в виде маргарина, а также и в чистом виде. К столовым относятся масла холодного прессования и все рафинированные масла, независимо от метода получения. Лучшими столовыми маслами считаются: оливковое (прованское), маковое, кунжутное, подсолнечное, арахисовое, ореховое. Пекарные масла используются

не только для добавок их в тесто для улучшения качества изделий, но и для смазывания форм; к таким маслам относятся горчичные, очищенное хлопковое, рапсовое и др. При изготовлении консервов широко используют очищенное подсолнечное и хлопковое масла, а также столовые - оливковое, горчичное, арахисовое, кунжутное и их различные смеси. В России для пищевых целей используются в основном подсолнечник, горчицы, хлопчатник, сою, коноплю, арахис, мак; для технических целей - лен-кудряш, сафлор, ляллеманция, рыжик, озимый рапс, клещевина [Гуль, 2001].

В ряде стран растительные масла являются главным источником получения жиров для питания. Растительные масла целого ряда растений обладают лекарственными свойствами и используются в медицине и ветеринарии. Техническое использование растительных масел исключительно разнообразно. Их используют для поверхностных покрытий наиболее ответственных частей самолетов, подводных судов, гидротурбин, корпусов автомобилей, мебели, пианино, вагонных частей и т.п.

Жиры, как и углеводы, состоят только из трех элементов: углерода, водорода и кислорода. В них содержится наименьшее количество кислорода и наибольшее углерода, поэтому они при полном окислении (до углекислого состояния газа и воды) способны выделять большое количество теплоты. Это свойство масел объясняет их значение для растений как запасных веществ, которые накапливаются организмом при нормальных условиях жизни и расходуются при прорастании семян, плодов и в процессе роста клеток, тканей и органов.

Многие дикорастущие растения введены в культуру - они выращиваются человеком. Однако большинство видов, содержащих в семенах и плодах много жира - встречаются среди дикорастущих растений. Из них, прежде всего, укажем на миндаль низкий или боровник (*Amygdalus nana* L.). У него в семенах содержится до 50% жирного масла. Масло употребляется для приготовления душистого пищевого масла, наподобие миндаля. Это небольшой кустарник из сем. Бобовых, у нас растет в Зауралье в сообществе с вишней степной, чилигой и

покрывает склоны гор, часто отмечается на степных склонах в районах Южного Урала, находящихся в пределах Башкирии. Часто археологи находят плоды бобовника в могильниках при раскопках. Вероятнее всего местное население – башкиры - в прошлом использовали его в пищу.

Большое распространение в республике имеют несколько видов лопухов: лопух большой (*Arctium lappa* L.), лопух войлочный (*Actium tomentosum* Mill.), лопух малый (*A. minus* Bernh.). Все виды лопухов являются жирно-масличными растениями. В семенах их содержится от 15 до 18% жира. Масло желтого цвета, горькое, хорошо высыхает. В некоторых районах они широко распространены.

Используют также, как жирно-масличные растения из того же сем. Сложноцветных, что и чертополохи: чертополох крючковатый (*Carduus uncinatus* Sieb.), чертополох курчавый (*C. crispus* L.), чертополох тернера (*C. thoermori* Weinm.). В семенах этих растений содержится от 20 до 45% жира. Из сем. Сложноцветных много жира содержится в семенах: череды трехраздельной (*Bidens tripartita* L.) до 11%, василька голубого (*Centaurea cyanus* L.) - до 28%, бодяка огородного (*Cirsium oleraceum* (L.) Scop.) - до 27%, мордовника обыкновенного (*Echinops ritro* L.) - до 26%, одуванчика обыкновенного (*Taraxacum officinale* Wigg.) - до 20%, золотарника обыкновенного (*Solidago* virgaurea L.) - до 14%, осота полевого (*Sonchus arvensis* L.) - до 31%, козлобородника восточного (*Tragopogon orientalis* L.) - до 7%.

Особенно богаты жиром семена у многих видов растений из сем. Крестоцветных. На территории республики встречаются сурепка луговидная (*Barbaroa arcuata* Rei.) - до 33%, икотник серый (*Berteroa incana* (L.)D.C.) - до 28%, капуста полевая (*Brassica campestris* L.)- до 35%, пастушья сумка (*Capsella bursa-pastoris* (L.)Medik.) - до 28%, конрингия восточная (*Conringia orientalis* (L.) Dumort.) - до 28%, дескурайния софьи (*Descurania sophia* (L.) Webb.) - до 28%, рыжик мелкоплодный (*Camelina microcarpa* Andrz.) - до 34%, желтушник левкойный (*Erysimum cheiranthoides* L.) - до 43 %, вайда красильная (*Jsatis tinctoria* L.) - до 30%, ярутка полевая (*Thlaspi arvense* L.) - до 29%, гулявник

левзея *(Sisymbrium loeselli* L.) - до 30% и др. Многие растения из сем. Крестоцветных еще слабо изучены.

Значительными запасами жира обладают семена растений из сем. Губоцветных. Содержание жира в семенах следующих видов составляет: пустырник пятилопастный *(Leonurus quinquelobatus* Gilib.) - до 37%, чистец лесной *(Stachys sylvatica* L.) - до 28%, душица обыкновенная (*Origanum vulgare* L.) - до 30%, чистец однолетний (*Stachys annua* (L.) L.) - до 37%, шлемник обыкновенный (*Scutellaria galericulata* L.) - до 10%, шалфей мутовчатый (*Salvia verticillatal* L.) - до 38%, пикульник ладанниковый (*Galeopsis ladanum*_L.) - до 39%, змееголовник руиша (*Dracocephalum ruyschianum* L.) - 15%, черноголовка обыкновенная (*Prunella vulgaris* L.) - до 16% и др.

Масло, извлекаемое из этих растений может быть широко использовано для производства олифы в лакокрасочной промышленности.

Следует отметить, что в семенах липы содержится до 58% жирного масла, которое пригодно в пищу. Можно использовать его и для освещения. Очень высокое содержание жира отмечается в семенах лещины обыкновенной (*Corylus avellana* L.) - до 60%. Этот кустарник введен в культуру как орехоплодное растение. Имеется много сортов фундука.

Эфирномасличные растения. Среди различных групп полезных растений, используемых человеком, значительное место занимают эфирномасличные растения. Они являются источником получения эфирных масел, используемых как для удовлетворения эстетических потребностей, так и для лечебных, гигиенических целей. Человек употреблял их для улучшения вкуса пищи, лечения болезней, при совершении религиозных обрядов.

В мировой флоре насчитывается около 2500 видов эфирномасличных растений, что составляет 29% от общего числа семейств земного шара [Бодруг, 1981]. Эфирные масла - в основном жидкости маслянистой консистенции, улетучивающиеся при нагревании. Они представляют собой смесь различных химических соединений, которые в основном являются производными терпенов $C_{10}H_{16}$ и сесквитерпенов $C_{15}H_{24}$.

В состав разных эфирных масел входит от 5 до 100 различных компонентов, но среди них, как правило, выделяется какой-либо один, определяющий запах эфирного масла. Например, таким компонентом в плодах тмина является карвон, в плодах аниса - анетол. Образование и накопление эфирных масел в растениях изменяется в зависимости от многочисленных факторов. Установлено, что в молодых органах содержание эфирного масла выше, чем во взрослых или стареющих. Наибольшее количество эфирного масла содержится в период от фазы бутонизации до конца цветения.

Эфиромасличные растения и извлекаемые из них эфирные масла имеют важное значение для различных отраслей народного хозяйства. Наиболее широкое применение они находят в производстве парфюмерно-косметической промышленности: для изготовления духов, одеколонов, туалетного мыла, зубной пасты, кремов и др. Эфироносы широко применяются в медицине. Плоды тмина используются для изготовления сыра, водно-спиртовых настоев, плоды укропа и других используются в хлебопечении и при консервировании овощных, мясных и рыбных продуктов.

В таблице 7.1 приводятся данные о содержании эфирных масел в некоторых растениях республики из данных которой видно, что многие растения произрастающие на территории лесных массивов, содержащие эфирные масла, еще плохо изучены.

Таблица 7.1

Содержание эфирных масел в некоторых эфирномасличных растениях, произрастающих в Башкортостане (%)*

Вид	Семена	Надзем-ные	Корни	Листья	Стебли	Цветы
1	2	3	4	5	6	7
Касатник желтый	-	-	0,2	-	-	-
Хмель обыкновенный	-	-	-	-	-	от 0,33 до 2,0
Копытень европейский	-	-	1,6	0,18	-	-
Кирказон обыкновенный	-	0,29	0,4	-	-	-
Камфоросма монтелийская	-	0,32	-	-	-	-

Чистец весенний	-	0,2	-	-	-	-
Хрен обыкновенный	-	-	0,31	-	-	-
Гравилат городской	-	-	0,19	-	-	-
Лабазник вязолистный	-	-	-	-	-	0,10
Ясенец кавказский	-	0,11	-	-	-	-
Зверобой продырявленный	-	0,11	-	-	-	-
Синеголовник плоский	-	0,10	-	-	-	-
Бутень клубненосный	-	0,13	-	-	-	-
Купень лесной	2,12	-	-	-	-	-
Тургения широколистная	1,80	-	-	-	-	-
Болиголов пятнистый	1,43	0,23	-	-	-	-
Вех ядовитый	4,6	-	-	-	-	-
Резак обыкновенный	-	0,32	-	-	-	-
Тмин обыкновенный	4,88	-	-	0,82	0,09	1,21
Бедренец камнеломкий	0,33	0,18	0,11	-	-	-
Сныть обыкновенная	1,12	0,22	-	-	-	-
Жабрица порезниковая	-	2,48	-	-	-	0,70
Омежник водяной	-	0,91	-	-	-	-
Дудник лесной	-	0,16	-	-	-	-
Лазурник трехлопастный	2,6-3,4	0,72	-	0,24	-	-
Пастернак посевной	1,17	0,16	-	-	-	-
Борщевик сибирский	1,75	-	-	-	-	-
Дубровник чесночный	-	0,06	-	-	-	-
Шлемник высокий	-	0,06	-	-	-	-
Железница горная	-	0,07	-	-	-	-
Котовник кошачий	-	-	-	0,30	0,01	0,08
Будра плющевидная	-	0,08	-	-	-	-
Зопник клубненосный	-	0,08	-	-	-	-
Пустырник пятилопастный	-	0,06	-	-	-	-
Чистец лесной	-	0,12	-	-	-	-
Буквица лекарственная	-	0,06	-	-	-	-

Шалфей мутовчатый	-	-	-	-	-	0,02
Душица обыкновенная	-	-	-	0,30	0,08	0,7
Чабрец Маршалла	-	0,9	-	-	-	-
Зюзник европейский	-	0,11	-	-	-	-
Мята длиннолистая	-	-	-	2,18	0,09	0,03
Подмаренник душистый	0,5	0,28	-	-	-	-
Золотарник золотая розга	-	0,3	-	-	-	-
Мелколепестник подольский	-	0,17	-	-	-	-
Тмин песчаный	-	0,02	-	-	-	-
Девясил высокий	-	-	0,94	-	-	-
Девясил британский	-	0,12	-	-	-	0,10
Череда трехраздельная	-	0,03	-	-	-	-
Тысячелистник обыкновенный	-	-	-	0,46	-	0,33
Хамомилла ободранная	-	-	-	0,13	0,01	0,66
Хамомилла ароматная	-	0,28	-	0,23	-	0,37
Пижма обыкновенная	0 3-0 7	-	-	0,70	0,13	3,34
Полынь венечная	-	0,18	-	0,20	0,06	0,19
Полынь горькая	-	-	-	0,28	-	0,13
Полынь обыкновенная	-	-	0,1	0,24	-	0,18
Полынь австрийская	-	0,52	-	0,68	0,03	0,17
Мать-и-мачеха	-	-	-	-	-	0,21
Лопух большой	-	-	0,19	-	-	-

* по данным: Кучеров, Хисамов, 2005

Всем известны растения из рода *Artemisia* L.- полынь. В республике произрастает 23 вида полыней. Эфирное масло из полыней применяется в пищевой промышленности. На лугах растет тмин обыкновенный, у него эфирное масло накапливается в плодах. Эфирное масло содержит такие вещества, как карвон и лимонен, поэтому плоды широко используются в мыловаренной и парфюмерной промышленности. Плоды его с глубокой древности применяют в

хлебопечении, медицине, сыроделии, в консервной промышленности. Освоены культуры тмина.

Очень интересным растением является ясенец кавказский (*Dictamnus caucasicus* (Fisch. ex. Mey.) Grossh.). Он выделяет настолько много эфирных масел, что запах их чувствуется далеко от его зарослей. Если зажечь спичку около ясенца, то даже появляется кратковременная вспышка.

Редко встречается и другой эфиронос - зубровка душистая *(Hierochloe odorata* (L.) Beauv.) из сем. Злаковых. Она растет в степном Зауралье. Эфирное масло из зубровки содержит кумарин (до 0,5%) и широко используется в производстве пищевых эссенций. Отличными эфироносами являются растения из рода - *Thymus* L. - чабрец, а также мята. Во многих видах шалфея тоже много эфирных масел.

Красильные растения. Человек применяет растения для окрашивания одежды, других предметов с глубокой древности. На Востоке, в Греции, Риме для окрашивания тканей применялись, главным образом, пигменты растительного происхождения. Например, археологические раскопки в Азербайджане показали, что в IX-VII веках до н. э. было более 200 пуговиц, обтянутых тонкой тканью, окрашенных в серый, розовый, коричневый цвета [Форменко, 1949]. Растительные красители применялись для окрашивания ковров. Для окрашивания применялись красители и из растений нашей флоры. Желтый цвет получали из дрока красильного, из коры яблони, шелухи лука, зверобоя. Сырьем для получения черной окраски служил жостер слабительный, душица, шиповник. Особенность многих растительных красок заключается в том, что они сами по себе (без протрав) не могут прочно окрашивать ткани, шерстяную, хлопчатобумажную и шелковую пряжи. В качестве протрав используются соли металлов (алюмокалиевые квасцы, железный купорос, медный купорос, хромпик и др.).

В лесах РБ произрастают такие виды красильных растений как, крапива обыкновенная, ландыш майский, черника, калина, голубика, толокнянка, вахта

трехлистная, дрок красильный, зверобой и др. Ресурсы большинства из них изучены слабо.

Прядильные или волокнистые растения. Под общим наименованием волокнистых растений обычно объединяют несколько групп, характеризующихся обилием механических элементов в тканях или наличием волосков на плодах, семенах и других органах растения. По характеру использования волокнистые растения делятся на следующие пять групп: 1) текстильные и прядильные растения, волокно которых идет на пряжу для изготовления фабричных и кустарных тканей и всевозможных веревочных изделий; 2) плетеночные растения, идущие на изготовление различных изделий; 3) щеточные, кистевязные, венечные и метелочные растения, идущие на щетки, кисти, веники, метлы; 4) набивочные, упаковочные и подвязочные растения, применяемые для набивки, упаковки, а также для подвязки растений и 5) бумажно-целлюлозные растения, идущие для изготовления бумаги и картона. Все эти группы тесно связаны между собой, соединены незаметными переходами и вместе с тем имеют каждая свои характерные особенности. Среди нашей флоры к группе прядильных растений относятся: алтей лекарственный, вейники, ива, кипрей узколистный, конопля сорная, крапива двудомная, льны, осоки, таволга зверобоелистая, тростник обыкновенный, хатьма тюрингенская, хмель вьющийся и др.

К плетеночным растениям нашей флоры относятся: береза бородавчатая, бор развесистый, вейники, волчье лыко, ель сибирская, жостер слабительный, кипрей узколистный, липа, осина, осока, рогоз, рябина обыкновенная, сусак зонтичный, тростник обыкновенный, хатьма тюрингенская, черемуха обыкновенная и др.

Щеточными растениями нашей флоры являются такие виды: ковыли, осоки, тростник обыкновенный. Из набивочных и упаковочных растений у нас растут: ива, кипрей, лиственница, луговик дернистый, осина, пихта, рогоз, татарник.

Много в Башкортостане растений, из которых изготовляются целлюлозно-бумажные изделия: алтей, береза, вейники, ель, ивы, камыш, крапива,

лиственница, осина, осока, пихта, пушица, рогоз, рябина, сосна, тополь, тростник, хатьма, хмель.

Как видно из приведенного перечня волокнистых растений, многие виды полезных растений имеют комплексное использование. Волокнистые растения нашей республики изучены очень слабо.

Каучуконосные и гуттаперченосные растения содержат высокомолекулярное вещество – латекс, пригодное для получения каучука и гуттаперчи. В лесах РБ произрастает также виды растений этой группы – бересклет бородавчатый (*Euonymus Verrucosus* Scop.) и одуванчик лекарственный (*Taraxacum officinale* Wigg.). Запасы сырья этих видов изучены слабо.

Дубильные растения. Дубильные растения содержат дубильные вещества (танниды). Дубильные вещества - это смесь или комплекс полифенолов, таннидов и флобафенов, генетически между собой связанных вторичных веществ специфического синтеза. Большинство современных исследователей принимают теорию образования таннидов из углеводов. Получаемые из дубильного сырья экстракты находят широкое применение в кожевенной, текстильной, авиационной промышленности, а также в медицине.

Большинство дубильных растений относятся к деревьям и кустарникам - дубы, ива, ель, лиственница, сосна, пихта, ольха, береза и др. Это древесина и корьевые дубильные растения. В зоне хвойных, смешанных и лиственных лесов растут и травянистые листовые дубильные растения - гравилат, лабазник, зверобой и др. Начало применения растительных дубителей для обработки шкур животных теряется в глубокой древности. Так, в северной Германии дубленые кожи найдены в раскопках поселений человека, жившего за 10 тыс. лет до нашей эры [Зайнуллин и др., 2006].

В качестве дубителей применяются травянистые растения. Это в основном такие виды как таран дубильный, горец альпийский (*Polygonum alpinum* All.), горец Вейриха (*Polygonum weyrichim* Fr. Schvnick.), щавель конский (*Rumex confertus* Willd.), бадан толстолистный (*Bergenia crassifolia* L.) и др.

В республике произрастает 126 видов растений, которые содержат много дубильных растений в корнях, стеблях. В настоящее время в республике дубильное сырье получают только из коры ивы, ели, пихты, дуба. Уфимский завод дубильных экстрактов ежегодно перерабатывает более 40 тысяч тонн дубильного сырья. Основным поставщиком дубильного сырья является ива. В республике произрастает 26 видов ивы. Однако собирается не более 10 видов ивы. Наиболее распространенной является ива трехтычинковая. Значительные заросли с ее участием сосредоточены в поймах рек Ик, Сюнь, Быстрый Таныш, в нижнем течении р. Белой, в долинах многих рек и ручьев. Ива трехтычинковая является наиболее таннидоносной - содержание таннидов в коре этого вида колеблется в пределах 9,70-15,18% [Система рекомендаций ..., 1976]. Широко распространенной у нас является ива пепельная или серая. Содержание таннидов в коре варьирует от 3,88 до 12,04%. Ива белая встречается в виде незначительной примеси к другим видам ивняков. Содержание таннидов от 4,52 до 12,29%. Высокой таннидностью коры и высокой продуктивностью обладает ива козья. Однако запасы этого вида у нас значительно истощены в связи с тем, что заготовки коры проводились в республике с этого вида.

Ель сибирская и пихта сибирская встречаются в основном в Караидельском, Бирском, Белорецком районах. В коре ели сибирской содержится 7,28% дубильных веществ хорошей доброкачественности. Утилизация этой коры при рубке темнохвойных насаждений может дать значительное количество сырья. Покрытая елью площадь составляет 249,4 тыс. га, пихтой – 104,9 тыс.га. Площадь дуба у нас в республике составляет 482,1 тыс. га.

За последние годы в качестве дубителей начали применяться травянистые растения. Это в основном такие виды как таран дубильный, горец альпийский (*Polygonum alpinum* All.), горец Вейриха (*Polygonum weyrichim* Fr. Schvnick.), щавель конский *(Rumex confertus* Willd.), бадан толстолистный (*Bergenia crassifolia* L.) и др. Изучаются биология и экология растений в природе и в условиях культуры на плантациях.

ГЛАВА 8. КОРМОВЫЕ РЕСУРСЫ ЛЕСА

По данным земельного баланса в Республике Башкортостан имеется 625,5 тыс. га естественных сенокосов и 1286 тыс. га естественных пастбищ на землях предприятий агропромышленного комплекса. Кроме того, имеется 157 тысяч га кустарников, 332 тыс. га леса, 52 тыс. га болот и 251 тыс. га неудобных для сельского хозяйства земель [Государственный..., 2009]. На этих угодьях также заготавливается значительное количество сена и травы для кормления сельскохозяйственных животных.

Наиболее богата естественными кормовыми угодьями горно-лесная зона, где 19,2% территории занята сенокосами и 15,6% пастбищами. Довольно много естественных кормовых угодий находится в Зауралье – 14,2% сенокосов и 37,2% пастбищ. Менее обеспечено естественными кормовыми угодьями Башкирское Предуралье, где распаханность территории составляет 40-60% [Япаров, Нигматуллин, 2004]. В республике много и пойменных лугов, площадь которых составляет 160 тыс. га, в том числе 122 тыс. га в пользовании предприятий АПК.

Однако урожай наших естественных сенокосов и пастбищ является довольно низким. Средняя урожайность сена с естественных сенокосов составляет 10 ц/га (с колебаниями от 5 до 15 ц/га). Урожайность пастбищ колеблется от 4 до 12 ц/га [Кучеров, Хисамов, 2005].

Изучение естественных кормовых угодий горно-лесной зоны Южного Урала показало, что ботанический состав их и биологическая продуктивность сильно колеблется в зависимости от места расположения угодий. В травостое заболоченных и низинных пойменных лугов преобладают осоки. На этих сенокосах они составляют 60%, а остальные 40% проходится в основном на долю разнотравья (рис. 8.1). Содержание бобовых составляет долю процента. Вполне естественно, что качество таких сенокосов низкое, поэтому целесообразнее травостой осоковых сенокосов использовать для заготовки силоса. Наличие 40% разнотравья обеспечивает необходимый минимум углеводов для молочнокислого брожения в силосуемой массе.

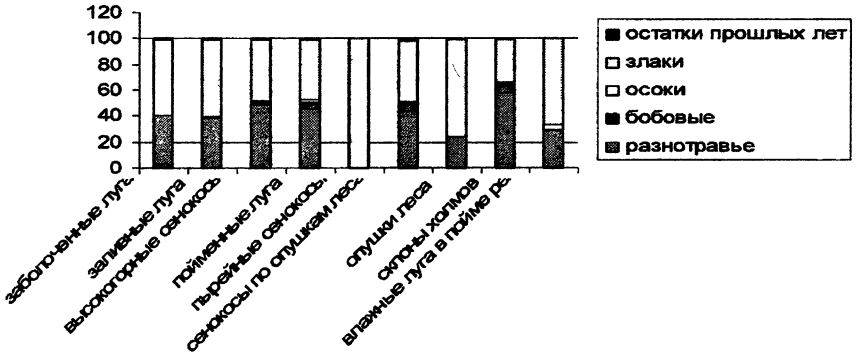


Рис. 8.1. Ботанический состав сена на угодиях в пределах Южного Урала.

Наиболее благоприятное соотношение между группами злаков, разнотравья и бобовых имеют травостои пойменных сенокосов. На лугах в пойме реки Белой в Бурзянском районе злаки составляют 60%, разнотравье - 38%, бобовые – 1,2%. В травостое пойменных лугов по мелким горным речкам в районе западных предгорий Урала злаков несколько меньше – 46,7%, почти столько же разнотравья – 45,5%, но зато содержится 4,8% бобовых [Кучеров, 1979]. Близкое соотношение ботанических групп имеют травостои высокогорных сенокосов: злаков и разнотравья по 48%, а бобовых – 2,7%. В составе злаков здесь преобладают вейники, посредственные травы по кормовой ценности.

На крупных лесных полянах на Южном Урале разнотравье несколько преобладает над злаками и очень мало бобовых, а на мелких лесных полянах и по склонам разнотравье уже составляет более половины в составе травостоя - 54-64%, злаки - 34-44% (рис. 8.1). Высоким содержанием злаков (60%) отличаются сенокосы по редколесью, здесь обильно разрастается вейник тростниковидный.

Особенно ценными нужно считать пырейные сенокосы, которые встречаются или на залежах, или на местах бывших стойбищ башкир в поймах рек. Следует отметить, что в составе сенокосов на Южном Урале довольно много ядовитых трав. Наиболее часто встречается чемерица Лобеля. Из 39 травяных проб, чемерица содержалась в 11 пробах, или 28%. Наличие этого растения очень сильно снижает качество сена.

Таким образом, в травостое большинства сенокосов Южного Урала преобладают разнотравье, отмечается очень малое обилие бобовых. Урожайность различных типов сенокосов сильно колеблется в зависимости от ботанического состава сена. Как и следовало ожидать, наиболее урожайными являются пырейные сенокосы (43,4 ц/га), затем заболоченные луга, состоящие в основном из осок и т.д. Средние же урожаи сена колеблются в пределах 12-14 ц/га [Кучеров, Хисамов, 2005].

Наблюдениями за поедаемостью различных видов трав крупным рогатым скотом, проведенными в июле и августе, установлено, что во время отгона их в леса, скот лучше всего поедает широколиственные травы: дягиль лекарственный, дудник лесной, володушку золотистую, бубенчик лилиелистный, колокольчик крапиволистный, ястребинку зонтичную, крапиву двудомную. Плохо поедались травы из сем. Злаковых: вейник тростниковидный, рэгнерия собачья, коротконожка перистая. Совсем не поедались: борец высокий, купена многоцветковая, реброплодник уральский, сивец луговой, горец змеиный, лабазник вязолистный, черника, шиповник майский, ракитник Цвингера и другие [Кучеров, Хисамов, 2005].

Изучение биологической продуктивности и ботанического состава сенокосов в районе западных предгорий Южного Урала, показало, что средняя биологическая продуктивность в предгорной зоне составляет 18-19 ц сена с 1 га. В ботаническом составе сена в предгорьях распространены ковыльные и северные разнотравные степи. Здесь распространены в ботаническом составе сена разнотравье (45,4-54,4%) и значительное обилие бобовых (9,2-16,6%) [Кучеров, Амирханова, 1969]. В прибельской зоне хорошо выражены остепененные типчаковые луга на черноземовидных почвах прирусловых и притеррасовых грив. Самые продуктивные в Прибелье костров-пырейно-разнотравные луга - от 34,7 до 38,4 ц/га. Здесь в составе травостоя доминируют злаки (до 60,3%) снижается процент разнотравья (29,9%) и бобовые (9,8%).

Из этих данных видно, что в районе западных предгорий Южного Урала бобовых гораздо больше, чем в центральных его районах. Однако и это обилие

бобовых считается недостаточным, требуется обогащать травостои бобовыми травами.

Несколько другой характер имеют сенокосы в Башкирском Зауралье и на восточных предгорьях Южного Урала. Здесь более засушливый климат, поэтому преобладают сильно остепненные сенокосы и пастбища. В травостое целинных сенокосов и пастбищ, приуроченных к ровным и склоновым местоположением, преобладают узколистные злаки. В основном ковыли, типчак и тонконог тонкий. Среднее содержание узколистных злаков колеблется в пределах от 68,5 до 79,5%. Широколистных злаков на тех же типах кормовых угодий было от 16,6 до 24,3%. На целинных угодьях разнотравья содержится больше в травостое солонцеватых степей (43,7%), в пониженных между холмами и на каменистых степях.

В травостое заливных лугов по степным речкам (р. Таналык, Б. Уртозамка и др.) преобладают широколиственные злаки (57-95%). Наибольшее их содержание приходится на прирусловые житняковые луга (95%) и наименьшее - на притеррасные солонцеватые и солончаковые луга, которые характерны для Зауралья.

В травостое целинных сенокосов возвышенной равнины водораздела рек Сакмары и Таналыка встречается больше разнотравья. На отдельных участках обилие разнотравья доходит до 45%. Это объясняется тем, что здесь распространены ковыльно-разнотравные степи среднего и северного варианта. Между холмами и увалами преобладает луговое и лесное разнотравье. Это свидетельствует о том, что луговины в прошлом были покрыты лесом и кустарниками.

На южной оконечности хребта Ирендык доля разнотравья увеличивается – 40-47%, а количество злаков здесь колеблется в пределах от 36 до 54 %. Обилие бобовых увеличивается и доходит до 6,7%. Среди бобовых преобладает эспарцет сибирский.

В травостое лесных сенокосов по правобережью р. Сакмары преобладает разнотравье (56-65%), бобовые опять уменьшаются (не более 4%).

Несколько иное содержание ботанических групп имеется в травостое сенокосов и пастбищ в полосе левобережной островной лесостепи. Здесь степные участки преобладают над массами леса, поэтому обилие злаков и разнотравья более или менее одинаково. Бобовых тоже мало, но на некоторых полянах обилие бобовых доходит до 7-8%, в основном за счет различных видов клеверов. Данные по ботаническому составу сенокосов и пастбищ в полосе восточных предгорий Ирендыка и среднего варианта ковыльно-разнотравных степей Зауральского пенеплена представлены злаками (до 64,9%), разнотравьем - 19,19% и бобовыми - 7%.

Таким образом, замечено, что в этой зоне республики, чем засушливее климат, тем больше в травостое узколистных злаков и меньше разнотравья. Содержание видов в травостое увеличивается по мере продвижения с юга на север, а также по мере увеличения высотных отметок.

Остановимся на некоторых видах кормовых растений наших естественных сенокосов и пастбищ.

Злаки. Злаки представляют основу кормового рациона скота. По подсчетам специалистов, не менее одной трети всего сена и поедаемой пастбищной травы скот получает за счет злаков. В лесной зоне злаков в сене не менее 50%, где преобладают пырей ползучий, тимофеевка луговая, мятлик луговой, овсяница луговая, ежа сборная, лисохвост луговой, вейники, кострец безостый и др. В степи на целине и старых залежах злаки составляют не менее 70%. Здесь господствуют ковыли, тонконог гребенчатый, овсец пустынный, тимофеевка степная. В поймах рек и по берегам озер злаки почти всегда преобладают (по массе) над представителями других семейств. Чаще здесь встречаются: пырей ползучий, лисохвост луговой, овсяница луговая, лисохвост солончаковый, полевица белая, канареечник, тростник, вейник обыкновенный. На солончаковых лугах часто встречаются бескильница.

Из 146 родов злаков, предоставленных во флоре России, только около 30 родов имеют большое кормовое значение [Андреев, 1989]. Первое место по распространенности и кормовому значению принадлежит роду пыреев (*Elytrigia*

Desv.). Он обладает самым высоким кормовым достоинством. Второе место занимает род овсяниц (*Festuca* L.), несколько меньший удельный вес имеют костры и кострецы (*Bromopsis* Fourc.) и мятлики (*Poa* L.) [Андреев, 1989].

Наибольший интерес из злаков в кормовом отношении представляет пырей.

Пырей ползучий *(Elytrigia repens* (L.) nevski.) Он встречается в разнообразных экологических условиях и является одним из компонентов сенокосов и пастбищ республики. По питательной ценности он относится в кормовом отношении к лучшим травам.

Как видно из табл. 8.1 питательная ценность пырея ползучего падает в ходе вегетации. К концу цветения содержание протеина уменьшается почти наполовину, а клетчатка увеличивается.

Таблица 8.1.

Химический состав пырея ползучего *(Elytrigia repens* (L.) nevski.) на Южном Урале*

Пункт сбора	Фаза развития	Протеин	Белок	Жир	Клетчатка	БЭВ	Зола	P	Ca	K
Ишимбайский р-н, суходлуг	Цветение	99	7,7	2,9	29,2	50,8	7,2	0,27	0,50	0,86
Ишимбайский р-н, пойма реки	Цветение	11,4	8,4	2,5	30,8	47,4	7,9	0,26	0,56	1,2
Зилаирский р-н мезоф луг	Цветение	6,8	5,3	3,5	34,2	48,5	7,1	0,14	0,42	0,79
Кугарчинский район, суход сенокос	Конец цветения	9,4	8,3	2,6	34,0	47,1	6,9	0,17	0,64	1,81
Кугарчинский р-н, суходол	Начало созревания	6,0	5,4	3,4	35,2	50,1	5,4	0,11	0,58	-

* по данным Кучеров, Хисамов, 2005

Полученные данные показывают, что при уборке пырея ползучего в фазу колошения и не позднее начала цветения кормовая ценность его не снижается.

Овсяница луговая (*Festuca pratensis* Huds.) имеет большое кормовое значение. Она растет на лугах, на лесных полянах, в разреженных лесах по всей республике. Наши исследования показали, что по содержанию протеина она почти равна пырею ползучему. Так, например, в фазе цветения она на лугах по р. Бердышка в Ишимбайском районе в надземной массе овсяницы луговой было в июле протеина 10,1%, белка 8,2%, жира – 2,3%, клетчатки – 29,8%, БЭВ – 50,9%, золы – 6,9%, P – 0,38, Ca – 0,62, Mn – 0,10 и K – 0,95%.

Стебель ее достигает до 120 см и имеет очень много прикорневых листьев. Листья узколинейные, мягкие, листовые пластинки в отличие от злаков с нижней стороны блестящие. У овсяницы луговой также длинные ушки, являющиеся продолжением листа - этим она отличается от других злаков. Овсяница луговая влаголюбива, выносит длительное затопление талыми водами, морозостойкая.

Она рано отрастает с весны, всю зиму сохраняет зеленые прикорневые листья, благодаря чему является ценным пастбищным растением.

Ценится, как кормовая трава кострец безостый (*Bromopsis inermis* (Loys.) Holub.) (табл. 8.2). В естественных сенокосах и пастбищ республики кострец среди других злаков является одним из самых распространенных и в кормовом балансе занимает одно из первых мест. Особенно много его в поймах рек. Нам приходилось отмечать также заросли в условиях Зауралья.

При благоприятных условиях, как корневищное растение, он быстро размножается в поверхностных слоях почвы. В нашей республике кострец хорошо растет на залежах в зоне распространения черноземов. Он выносит длительное затопление полыми водами, засухоустойчив, но не выносит засоления почв. В табл. 13 приведены данные по содержанию химического состава костреца безостого в нескольких пунктах республики.

Кострец безостый выносит длительное затопление полыми водами, во всех местообитаниях. Высокоурожайное растение.

Таблица 8.2.

Химический состав костреца безостого (*Bromopsis inermis* (Loys.) Holub) в конце цветения (в % на абсолютно-сухое вещество)*

Пункт сбора	Протеин	Белок	Жир	Клет-ка	БЭВ	Зо-ла	Р	Са	К
Зианчуринский р-н, луга по р Идяш-Ярыш	11,8	7,6	3,0	48,5	35,6	6,2	0,21	0,8	1,9
Кугарчинский р-н,сенокос суходольный	7,6	6,4	3,0	34,1	48,6	6,8	0,2	0,6	1,9
Ишимбайский р-н, пойма р Бе-лой заливной участок	13,8	10,6	3,0	27,2	49,6	6,4	0,16	0,5	1,7

* по данным Кучеров, Хисамов, 2005

Мятлик луговой *(Poa pratensis* L.). У него нежные стебли и мягкие узкие листья, высота его редко превышает 50 см. Мятлик луговой является по преимуществу пастбищным растением, выпас скота даже благоприятствует его развитию.

Проведенные анализы мятлика лугового в 2-х пунктах. В Ишимбайском районе, на сенокосной поляне в фазе цветения результаты показали, что данное растение содержало в своей надземной массе 5,9% протеина, 5,0% белка, 2,3% жира, 30,6 % клетчатки, 55% БЭВ, 6,2% золы, 0,15% Р, 0,86% Са, 0,84% К. Проба была взята 20 июня. В мятлике луговом, взятым в фазе цветения в степи Зилаирского района, на суходольном участке содержала в надземной массе 7,8% протеина, 6,9% белка, 3,3% жира, 32,6%-клетчатки, 51,5% БЭВ, 4,8% золы, 0,1% Р, 0,46% Са, 0,88% К. По данным. [Ларина, Агабабян, 1951] в мятлике содержалось 10-17% протеина, 1-3% жира, 45-50% БЭВ, 25-40% клетчатки.

Тимофеевка луговая (*Phleum pratense* L.) растет на лугах, лесных полянах, в разреженных лесах, у дорог по всей республике. Растение высотою от 50 до 120 см. Стебель у основания с клубневидными утолщениями междоузлием. Листья шириною 3-10 мм. Имеет высокие кормовые качества. Проведенный нами анализ питательных веществ тимофеевки луговой, собранной в разных пунктах показал, что в фазе цветения в его надземной массе содержалось до 4.4% белка, от 2.1 до 2.9% жира, от 39 до 43% клетчатки (табл. 8.3).

Тимофеевка степная (*Phleum phleoides* (L.) Karst.) более сухолюбивое растение. Встречается в степях, на сухих лугах, по холмам и каменистым склонам по всей республике Хорошее кормовое растение как пастбищное, так и сенокосное.

Как показали анализы растение имеет несколько меньше белка, чем тимофеевка луговая. Однако она имеет больше жира в надземной массе в фазе цветения и больше БЭВ (без азотистых экстрактивных веществ). Проведеннные анализы питательных веществ в других кормовых злаков представлены в табл. 8.4.

Таблица 8.3.

Химический состав тимофеевки луговой (*Phleum pratense* L.) из разных пунктов (в % на абсолютно-сухое вещество)*

Пункт сбора	Протеин	Белок	Жир	Клет-ка	БЭВ	Зола	P	Ca	K
Ишимбайский р-н, сенокос	9,1	7,9	4,0	25,7	54,2	7,1	0,21	0,67	1,28
Ишимбайский р-н, суходол.	8,1	6,9	3,1	36,7	44,9	7,3	0,22	0,38	0,50
Зилаирский р-н, мезофильн. луг	6,2	4,0	2,8	38,0	47,4	5,7	0,14	0,5	0,87
Кугарчинский р-н, пойма реки Шигрыш	7,9	6,4	4,0	38,6	43,4	6,1	0,20	0,62	1,65
Кугарчинский р-н, пойма реки Белой	8,0	6,2	2,1	44,0	40,2	5,7	0,21	0,48	1,45

* по данным Кучеров, Хисамов, 2005

Из этих данных химического состава видно, что полевица белая (*Agrostis alba* L.) достаточно богата белком (около 10%), сырым жиром и минеральными веществами. Однако в ней содержится меньше кальция. Ежа сборная (*Dactylis dlomerata* L.) содержит довольно низкое фосфора и кальция. К концу цветения кормовое качество падает. Лисохвост луговой (*Alepecurus pratensis* L.) обладает средней питательной ценностью - высокое содержание клетчатки снижает его кормовое качество. В вейнике лангодорфа (*Calamagrostis langdorfii* (Link) Trin.) - содержание золы и зольных элементов не уступает многим злакам, но в его надземной массе мало кальция. Вейник надземный *(Cal. epigeios* (L.) Rotn.)

обладает хорошим кормовым достоинством. Житняк черепитчатый (*Agropyron cristatum* (L.) Beauv.) имеет хорошие кормовые качества, но в нем мало золы, фосфора, кальция. Бор развесистый (*Milium effusum* L.) не имеет высоких кормовых качеств. Овсец шелля (*Helictotrichon schellianum* (Hack.) Kitag.) по химическому составу можно отнести к кормам среднего достоинства.

Таблица 8.4.

Химический состав кормовых злаков в Республике Башкортостан*

Пункт сбора	Протеин	Белок	Жир	Клетка	БЭВ	Зола	Р	Са	К
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Полевица белая									
Зилаирский р-н опушка леса	10,0	8,3	3,1	37,0	40,6	9,3	0,17	0,44	-
Полевица луговая									
Ишимбайский р-н, пойма реки Сикаса	11,6	8,9	1,7	33,0	44,7	9,0	0,26	0,32	1,55
Ежа сборная									
Ишимбайский р-н, берег реки Белой	8,3	6,8	2,1	41,5	40,6	7,6	0,22	0,42	0,59
Лисохвост луговой									
Ишимбайский р-н, луга по реке Кияуч	8,0	7,0	2,3	31,5	50,3	8,6	0,09	0,34	1,06
Луговик дернистый									
Зилаирский р-н, лес	12,0	11,0	2,3	35,0	47,7	7,0	0,14	0,46	1,03
Вейник Лангодорфа									
Зилаирский р-н, пойма р.Зилаир	6,6	5,8	2,4	43,0	40,5	7,2	0,21	0,40	0,90
Вейник наземный									
Зилаирский р-н, лес	8,0	7,5	2,1	32,5	49,2	8,0	0,27	0,36	1,03
Бор развесистый									
Ишимбайский р-н, правобер. р.Сикаса	6,9	4,6	3,2	34,3	51,7	6,6	0,19	0,32	1,02
Овсец Шелля									
Зианчуринский район, суходол	10,1	6,4	3,3	31,4	49,9	5,4	0,18	1,06	1,33

* по данным Кучеров, Хисамов, 2005

Бобовые. Мы уже отмечали, что бобовые в составе сенокосов и пастбищ отличаются малым обилием в составе травостоя. Наиболее важное место они имеют на сенокосах и пастбищах лесной зоны республики. На суходольных лугах, а также на пойменных лугах встречаются главным образом клевера, чина

луговая, мышиный горошек, которые имеют иногда до 8-10% от состава травостоя.

В лесостепи Башкортстана на опушках лесов, на пойменных лугах в составе травостоя бобовых несколько меньше, чем в лесной зоне (менее 7% всей массы).

Здесь преобладающими являются чины, клевера. В степной зоне бобовые составляют небольшой процент в массе травы, здесь преобладают: люцерна, мышиный горошек, чилига, астрагалы.

Кормовое значение бобовых трав весьма различно. Первое место среди них принадлежит клеверам, затем викам, люцернам. Меньшей кормовой ценностью обладают чины, астрагалы, эспарцеты.

Бобовые растения являются основными источниками белка для животных. Исследования показали, что бобовые травы хорошо перевариваются и усваиваются организмом животных. Благодаря высокому содержанию протеина, БЭВ, относительно невысокому содержанию клетчатки и хорошей переваримости, по питательной бобовые надо поставить на первое место среди других семейств кормовых растений [Ларина и др., 1951].

Остановимся на краткой характеристике бобовых трав.

Среди рода клеверов (*Trifolium* L.) в республике наибольшее распространение имеют клевер луговой, клевер белый и в лесной зоне клевер горный, клевер лупиновидный.

Клевер луговой (T. *pratense* L.) - одно из лучших кустовых бобовых трав. Он имеет высоту до 50-70 см и широко распространяется в республике. Листья клевера лугового имеют округлую форму с беловатым пятном треугольной формы. Он хорошо переносит недостаток в почве влаги, но требователен к аэрации почвы. Он дает до двух укосов в лето и дает до 30-40 ц сена с га. Клевер луговой дает нежное питательное сено. В надземной массе много каротина. Хорошо поедается всеми видами скота на пастбище в виде зеленой подкормки. Однако установлено, что в большом количестве сено давать животным не следует, так как оно может вызвать заболевание скота тимпанитом, т.е. сильное вздутие живота у крупного рогатого скота и овец.

Анализы химического состава клевера лугового с суходольных злаково-разнотравных ассоциаций в Ишимбайском, Зилаирском, Баймакском и Кугарчинском районах РБ представлены в табл. 8.5.

Из таблицы 8.5 видно, что содержание протеина колеблется от 12,3 до 20,5% (на абсолютно-сухое вещество). В начале цветения содержание питательных веществ больше, а к концу цветения резко подает. Клевер луговой из редколесья, лесных полян и заливных лугов содержит больше протеина и меньше клетчатки.

Таблица 8.5.

Химический состав клевера лугового (*Trifolium. pratense* L.)*

Пункт сбора	Про-теин	Бе-лок	Жир	Клет-ка	БЭВ	Зо-ла	Р	Са	К
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ишимбайск р-н, сенокос по р Белой	16,2	13,5	1,4	21,5	52,2	8,8	0,31	1,62	-
Баймакский р-н, склон горы к р.Сакмар	14,8	10,9	3,1	25,9	39,2	9,4	0,21	1,34	-
Ишимбайск р-н по балкам Соленого озера, суходол.	14,3	11,1	3,7	25,5	43,9	7,4	0,19	2,94	-
Баймакский р-н, лес	15,9	12,7	1,7	26,2	41,6	7,2	0,17	1,20	0,81
Кугарчинск р-н пойменные луга	16,5	15,6	3,0	29,3	44,4	6,8	0,20	1,90	-
Зилаирский р-н, редкий лес	14,9	13,8	2,2	27,0	48,1	7,8	0,18	1,58	-
Ишимбайский р-н,заливн.луга	20,5	20,0	2,9	19,5	48,9	8,3	0,19	1,68	-
Баймакский р-н, сосн лес, по правой р.Бик, суходол	12,3	9,7	3,9	26,3	40,8	9,5	0,16	1,46	-
Кугарчинский р-н, суходол	15,4	13,1	2,1	30,4	45,1	7,0	0,16	1,96	0,88
Кугарчинский р-н, суходол	15,4	12,6	2,6	34,7	41,1	6,2	0,23	1,46	1,72

* по данным Кучеров, Хисамов, 2005

Клевер белый или ползучий (*Trifolium repens* L.) - небольшое многолетнее растение высотой не более 10-30 см. Листья тройчатые, гораздо меньше, чем у клевера красного. Клевер белый чаще всего встречается в составе травостоя лугов, растет по берегам рек, в светлых лесах. Чистые заросли в отличие от клевера лугового, образует редко. Он очень влаголюбив, но в то же время

значительно засухоустойчивее клевера лугового. Лучше других переносит близость грунтовых вод. Он светолюбив, хорошо переносит пастьбу скота и при стравливании быстро отрастает. Это одно из лучших пастбищных растений. По сравнению с клевером луговым его поедаемость несколько ниже. По содержанию клетчатки, протеина он близок к другим видам клеверов.

Из данных анализов, проведенных в Ишимбайском районе у клевера ползучего, растущего на мятлико-клеверном выгоне около д. Янги-Юрт в надземной массе было 14,1% белка, 2,1% жира, 21,4% клетчатки, 41% БЭВ, 9% золы, 0,20% Р, 1,38% Са, 0,9% К. Данные химического состава других видов клеверов представлены в табл. 8.6.

Таблица 8.6.

Химический состав клеверов (*Trifolium* L.): горного, люпиновидного, гибридного в разных пунктах в фазе цветения (% на абсолютно-сухое вещество)*

Пункт сбора	Протеин	Белок	Жир	Клетка	БЭВ	Зола	Р	Са	К
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Клевер горный									
Зианчуринс р-н, суходол	15,6	12,2	1,7	34,7	42,5	5,6	0,2	0,94	0,94
Ишимбайск р-н, суходол	17,5	17,1	3,9	16,0	55,6	7,0	0,23	1,14	0,29
Клевер люпиновидный									
Зилаирский р-н, суходол	13,8	13,1	3,7	26,8	41,95	5,3	-	-	-
Клевер гибридный									
Кугарчинск р-н, луга заливные	19,6	19,1	2,9	20,6	41,9	8,0	0,21	2,2	-

* по данным Кучеров, Хисамов, 2005

Второе место по кормовым качествам среди бобовых занимают вики или горошки (*Vicia* L.). Их распространение приурочено к поймам рек, к лесам, кустарникам, степям. Наибольшее распространение вики или горошки в республике имеют в лесостепной зоне Предуралья. Из горошков в республике преобладают: горошек тонколистный (*Vicia tenuifolia* Roth.), мышиный горошек (*V. cracca* L.), горошек заборный (*V. sepium* L.). Мышиный горошек многолетнее растение. У него нежная зеленая масса. По питательности - одно из

лучших бобовых трав. Он устойчив при выпасе и устойчив при сенокошении. Цветет с июня и до конца августа. Весеннее отрастание горошка начинается в конце апреля или в начале мая. Растение дает до 2-3 кг надземной массы с 1 м^2. В надземной массе его бывает от 23,7 до 38,1% стеблей, от 48,3 до 63,8% листьев и от 9,5 до 20% соцветий [Ряхова, Кучеров, 1976]. Содержание протеина доходит до 24%, жира - 3-4%, фосфора - до 0,22% при достаточно высоком содержании золы (7-8%) и сравнительно малом - клетчатки.

Горошек тонколистый хорошо поедается животными. По химическому составу является, как и предыдущий вид, высокобелковым растением. В фазу цветения содержание протеина колеблется между 20-21%.

Хорошие кормовые качества имеет и горошек заборный. Известно,что горошек заборный в фазе цветения в листьях содержит 27,67% протеина, в стеблях – 13,71%. В соцветиях – 31,89% [Ряхова, Кучеров, 1976]. В республике встречается 6 видов многолетних и три вида однолетних горошков. Все они хорошо поедаются скотом.

Хорошими кормовыми качествами обладают чины, астрагалы, эспарцет, люцерна. В степной зоне республики наиболее распространены астрагалы и эспарцеты. Астрагалы по своей питательной ценности в среднем не ниже чем клевер и люцерна, но поедаются они животными хуже, чем клевер и люцерна. Установлено, что в травостое пастбищ и сенокосов в Зауралье это растение не превышает 1% от урожая всех кормовых растений. Из них большой интерес представляет астрагал эспарцетовый (*Astragalus onobrychis* L.).

Эспарцет сибирский (*Onobrychis sibirica* Ex. Grosg.) встречается в лесной и лесостепной зонах, особенно на северо-востоке республики. Он хорошо поедается животными, содержит в листьях до 200 мг % витамина С.

Разнотравье. В группу разнотравья включаются представители кормовых растений, принадлежащих к другим семействам, кроме злаков и бобовых.

Состав разнотравья зависит от того на каких элементах рельефа находятся сенокосы и пастбища (табл. 8.7). Если сенокосы находятся на лесных полянах, расположенных на серых лесных почвах, то среди разнотравья преобладают

следующие виды: золотарник, золотая розга, змееголовник Руиша, душица обыкновенная, володушка золотистая, нивяник обыкновенный. На выщелоченных черноземах в зоне лесостепи среди разнотравья характерными являются: кровохлебка лекарственная, душица обыкновенная, золотарник золотая розга. На южных черноземах в степной зоне характерно наличие: полыни австрийской, козельца австрийского, резака обыкновенного, вероники беловойлочный, грудницы мохнатой, гвоздики Андржевского и др. На лугово - солонцовых почвах в поймах рек характерны: бутень Прескотта, морковник обыкновенный [Кучеров, 1959].

Каждое растительное сообщество имеет свои характерные преобладающие виды растений из группы разнотравья.

Таблица 8.7.

Химический состав некоторых видов растений из разнотравья.*

Вид	Протеин	Жир	БЭВ	Клетчатка	Зола
1	2	3	4	5	6
Василек русский	8-10	3-4	57-59		
Василек шероховатый	16	4,4	52,2	12,1	10,2
Володушка золотистая	11	5,7	67	11	5,3
Девясил высокий	12	2,9	48	20	15
Дудник лесной	17	3,8	51,6	14,2	13,5
Дягиль лекарственный	25,3	-	-	-	14
Золотарник золотая розга	10	4	55	23,6	6,5
Качим высокий	10,5	2	56	14,4	8,2
Кипрей узколистный	18,8	5,9	50,4	16,6	8,1
Ковыль волосатик	8,5	2,4	49	35	4,7
Колокольчик крапивол.	17	6,7	50,4	11,7	14
Крапива двудомная	20	5	30-40	20	16
Кровохлебка лекарственная	10-12	5	58-60	12-15	8-10
Лабазник вязолистный	8-11	3	45-56	26-30	5-6
Одуванчик лекарственный	17,8	6,4	50	12	13
Реброплодник уральский	6,4	3,1	53,4	29,4	7,7
Скерда сибирская	17,9	6	45	13	7,2

* по данным Кучеров, Хисамов, 2005

Необходимо отметить, что не все виды из разнотравья хорошо поедаются животными. Мы отметили только несколько видов, которые хорошо поедаются животными. Питательная ценность многих видов растений из группы разнотравья до сих пор недостаточно изучены. В таблице 8.7 приведены данные

по химическому составу некоторых видов, которые хорошо поедаются животными. Из данных табл. 8.7 видно, что большинство хорошо поедаемых растений из группы разнотравья содержат значительное количество протеина, жира, БЭВ, золы.

Кроме рассмотренных представителей кормовых трав скотом поедается большое количество растений из других семейств. Как правило, все виды растений попадают в сено, поедаемость их плохо изучена. Не поедаемыми на пастбищах и в сене остаются только ядовитые растения: чемерица Лобеля, тысячелистник обыкновенный, горицвет весенний, душица обыкновенная, вех ядовитый и др. В республике обнаружено более 80 видов ядовитых трав.

ГЛАВА 9. ЗООГЕННЫЕ РЕСУРСЫ ЛЕСОВ БАШКОРТОСТАНА

Помимо фитогенных ресурсов весьма важное место в структуре недревесных ресурсов леса занимают зоогенные, включающие в себя шкуры пушных зверей, промысловую дичь, мясо диких животных. Животный мир - один из важнейших биологических ресурсов, наше национальное и мировое достояние. Исключительно велико средообразующее значение диких животных, обеспечивающих плодородие почв, чистоту вод, трансформацию органического вещества в природных и антропогенных экосистемах.

Как было уже отмечено в предыдущих главах, географическое положение Республики Башкортостан создало здесь большое разнообразие природной обстановки и, следовательно, условий для обитания многочисленных видов охотничье-промысловых видов зверей и птиц, свойственных различным природным и растительным зонам: лесной, лесостепной, степной и горным поясам. Слияние восточной границы распространения животных, характерных для областей европейских широколиственных лесов, и западной границы некоторых видов животных, обитающих в азиатской части территории, создало приют представителям фауны западно-сибирской и европейской тайги, смешанных и широколиственных лесов, западно-сибирских и восточно-европейских степей и прерий Казахстана. Разнообразие животного мира РБ в настоящее время включает: 77 видов млекопитающих, более 300 видов птиц, 42 вида рыб, 11 видов пресмыкающихся, 10 видов земноводных, 15 тыс. видов насекомых, 276 видов пауков, 70 видов клещей,120 видов моллюсков, 140 видов ракообразных, около 1000 видов червей [Государственный..., 2012].

В прошлом видовое разнообразие животного мира было еще более широким - существующая фауна Южного Урала исторически сложилась на основе богатого, но претерпевшего значительные изменения в результате хозяйственной деятельности сообщества видов. Хищническое истребление наиболее ценных промысловых животных и птиц, уничтожение мест их обитания, непринятие мер к уменьшению вредных видов животных в дореволюционное время привело к исчезновению таких ценных пушных зверей.

как соболь и бобр, диких лошадей и кабанов, встречавшихся здесь еще в середине восемнадцатого века. Лишь оставшиеся названия лесных урочищ, речек и озер (Кондозкуль - бобровое озеро) напоминают об их обилии и широком распространении. Совершенно исчезли дрофа, стрепет, а численность таких видов, как заяц-русак, серая куропатка, выдра и многих других сократилась в десятки и сотни раз.

Сведение лесов, распашка целинных земель, вырубка участков глухариных токов, нерегулируемая пастьба скота, раннее сенокошение, неконтролируемые работы по подсочке леса, окультивирование тетеревиных токов - этот комплекс факторов антропогенного влияния, резко изменяя природные условия, отнюдь не способствовал возникновению новых стаций многих видов зверей и птиц в последующие годы.

Организованные в 1958 году на площади 2 млн. га 96 охотничьих приписных хозяйств, в которых в 1962 г. было проведено охотоустройство центральной экспедицией Главохоты РСФСР, не внесли коренных изменений в улучшение охраны и воспроизводство охотничьей фауны. Только длительная охрана, запрещение отлова и отстрела, завоз и расселение, осуществляемые в широких масштабах, могли бы привести к высокой плотности некоторых исчезнувших видов, благодаря чему появилась бы реальная возможность не только созерцать под пологом леса многих животных после шумных городских улиц, но и регулировать их численность путем спортивной охоты.

Учитывая неудовлетворительное состояние охотничьего хозяйства, Бюро областного комитета КПСС и Совет Министров Башкирской АССР постановлением от 19 июня 1971 г. № 352 обязали Министерство лесного хозяйства БАССР «осуществить комплексное ведение лесного и охотничьего хозяйства в охотничьих угодьях, не закрепленных за обществом охотников, для чего закрепить их за предприятиями лесного хозяйства».

Каково же современное состояние охотничье-промысловой фауны, какими ресурсами обладают природные ландшафты с точки зрения рационального использования недревесных ресурсов леса?

Площадь охотничьих угодий в Республике Башкортостан составляет 12564 тыс.га. в том числе лесных - 5291 тыс.га, полевых - 7102,5 тыс.га, болотных – 49,7 тыс.га. В республике оформились и ведут охотничье хозяйство 46 охотпользователей (42 – юридические лица, 4 – индивидуальные предприниматели). На территории республики организовано 81 охотничье хозяйство на общей площади 6633,339 тыс.га, из них 4014,6 тыс. га – у Ассоциации охотников и рыболовов лесного хозяйства РБ.

В последние годы охрана охотничьих угодий ухудшилась, а количество мероприятий по воспроизводству охотничьих животных уменьшилось. Нормативно-правовая база охотничьего хозяйства устарела и не отвечает реалиям сегодняшнего дня. В целях ее совершенствования в Республике Башкортостан принят закон «Об охоте и ведении охотничьего хозяйства в Республике Башкортостан» (от 21 июня 1994 г.). За счет субвенций из федерального бюджета в республике из года в год вкладываются значительные средства в охрану и воспроизводство диких животных. В 2006 году в госзаказниках республики устроено 108 подкормочных площадок для лосей, 21 для косуль и 19 для кабанов. Устраиваются солонцы и искусственные гнездовья для водоплавающих птиц. Эти мероприятия по сохранению и развитию животного мира позволили сохранять достаточные объемы добычи различных видов диких животных. В 2006 году в лесах республики добыто более 2500 шкурок лисиц, 469 волка, около 10000 шкурок зайцев, 242 шкурок ондатры и других животных. Для грамотного использования всех этих ценных видов сырьевых ресурсов требуются профессиональные знания о способах заготовки и первичной обработки шкур диких животных.

Наибольший эффект биотехнические мероприятия дают при сочетании с поквартальным методом ведения лесного и охотничьего хозяйства, когда в одном

массиве проводятся все виды рубок ухода, посев кормовых культур, устройство кормушек, солонцов, водоемов и порхалищ.

Благодаря проведению комплекса мероприятий по охране и воспроизводству дичи значительно стабилизировалась численность охотничье-промысловой фауны, возросла плотность ее заселения. По данным зимнего маршрута учета диких зверей, ежегодно проводимым работниками государственной лесной охраны РБ, зарегистрирована следующая численность основных видов промысловых зверей (таблица 9.1).

В отдельных охотничьих хозяйствах, лесных массивах уровень численности животных различен, максимальные его показатели в определенные периоды более чем в сотни раз превосходят минимальные. И это вполне объяснимо: численность животных определяется степенью пригодности угодий для обитания отдельных видов животных и целым рядом природных, климатических, биологических и антропогенных факторов, которые различны в разных лесохозяйственных районах. Безусловно, различен также уровень и объем выполняемых биотехнических и лесохозяйственных мероприятий, а также надежность охраны, интенсивность мероприятий по воспроизводству дичи, на что справедливо указывали авторы работы.

Контроль за состоянием популяций и планирование изъятия в системе охотничьего хозяйства осуществляется на основе учетов численности наиболее ценных видов охотничьих животных. Однако по большинству видов точность результатов этих учетов пока невелика, к тому же они не охватывают всю территорию республики. Состояние и тенденции изменения численности парнокопытных и бобра обусловлены главным образом изменениями местообитаний, а также браконьерством и сильным прессом волка. По понятной причине невозможно точно установить количественные показатели незаконной добычи лицензионных видов териофауны, но несомненно, они очень велики и по расчетам приблизительно в 2-3 раза превосходят официальные показатели разрешенной добычи. Для предупреждения нарушения популяционной структуры и восстановления численности с 1996 г. введены ограничения на

добычу основных видов охотничьих млекопитающих (лося, кабана, косулю), что отразилось на динамике численности этих видов в последующие годы (табл. 9.1).

Ряд представителей фауны республики имеют ресурсное значение и используются в хозяйственной деятельности. Из млекопитающих Башкортостана наибольшее ресурсное значение имеют лось, кабан, косуля, зайцы - русак и беляк, белка, волк, лисица. Существенное значение могут иметь также марал, бобр, ондатра, норка и куница.

Наиболее массовым объектом спортивной охоты может служить заяц-беляк, численность которого в отдельные годы достигает в северной лесостепной зоне более 6526. голов, причем наиболее перспективными лесохозяйственными районами являются Предуральская лесостепная (численность более.3561 голов) и Горно-лесная зоны (более 4824 голов), а из копытных видов (лось) – территория Бурзянского лесхоза (численность более 27483 голов) и лесхозы Южной лесостепной зоны (табл. 9.2 и 9.3). Наблюдаемая в последние годы тенденция роста численности зайцеобразных, в основном зайца-русака, обусловлена резким снижением внесения минеральных удобрений, пестицидов и гербицидов в агроценозы республики.

К числу охотничьих зверей, добываемых в республике относятся многие представители семейства куньих (куница, американская норка, колонок, горностай, ласка, светлый хорек, барсук), собачьих (волк, лисица, енотовидная собака), зайцев – беляк и русак. Добыча лося, косули, кабана, медведя, бобра осуществляется строго по нормам.

Численность лисицы, несмотря на достаточно высокий процент изъятия (30-34%) держится на относительно стабильном, высоком уровне. Численность ряда видов териофауны (особенно пушных – ондатра, белка, куница и др.) увеличилась, поскольку охота на них в последние годы стала нерентабельной.

Таблица 9.1.

Динамика численности основных видов охотничьих животных на территории Республики Башкортостан

Вид животных	Годы											
	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
1. Лось	13105	15296	17435	15740	8542	9296	8634	10007	9873	11315	10023	11046
2. Марал	400	366	722	630	1072	776	429	786	449	797	321	699
3. Кабан	2402	2279	2606	1780	1027	1420	1347	1460	2076	2541	2936	4694
4. Косуля	10104	10182	9889	8390	6264	4808	3078	2846	2804	3838	2360	4088
5. Белка	11893	14316	19897	13030	11595	11926	17303	15498	22967	26116	18211	15007
6. Зайцы (беляк,	76513	54906	68432	73000	59611	59552	46790	42962	42558	38223	38631	48471
7. Куница лесная	2523	3068	3718	3540	3638	3531	4385	4862	5040	5019	5177	5772
8. Лисица красная	9180	7294	9098	8550	7797	8735	8175	8018	8901	9604	7322	9936
9. Ондатра*	30000	30000	30000	30000	30000	30000	30000	30000	30000	30303	30303	30303
10. Норка*	4430	4430	4430	4430	4430	4430	4430	4430	4430	4627	4627	4627
11. Бобр*	1640	1640	1640	1640	1640	1640	1640	1640	1640	10341	10341	10341
12. Волк	847	874	995	990	656	887	828	786	613	518	317	295
13. Медведь	2050	2050	2050	2050	1590	1700	1900	1900	1900	2000	1024	-
14. Глухарь	49660	49660	49660	49660	67799	31013	33160	21451	21323	40908	20367	29072
15. Тетерев	12407	124070	124070	124070	148070	82268	77589	84004	65743	96298	79505	91307
16. Утки разных	28778	287780	167800	167800	66401	150596	150000	150000	-	233967	307782	34631
17. Барсук	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1628
18.Рябчик	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	77977

Примечание: * - численность приведена Управлением по охране, контролю и регулированию использования объектов животного мира при МПР РБ по данным кадастра охотничье-промысловых животных на территории охотничьих угодий

Численность охотничье-промысловой фауны РБ за 2007 г. Таблица 9 2

Лесхозы	лесо-покры-тая	лось	кабан	косуля	куница	белка	волк	горно-стай	заяц-беляк	заяц-русак	коло-нок	лисица	олень	рысь	хорь	глухарь	тетерев	рябчик	куро-патка белая
Абзелиловский	124654	167	19	9	66	316	48	0	561	32	0	57	118	4	10	1137	2507	1969	0
Альшеевский	29734	9	7	0	46	0	0	0	94	2	0	9	0	1	0	0	272	0	0
Архангельский	154847	95	0	0	45	68	3	0	520	0	0	51	0	3	0	0	501	860	0
Аскинский	131159	30	0	0	120	1839	3	0	626	0	14	36	0	8	0	905	3689	5781	0
Аургазинский	32776	101	0	0	61	350	0	0	274	0	0	115	0	0	0	0	0	0	0
Баймакский	129604	0	0	133	52	148	31	8	820	34	0	48	0	6	0	0	313	1282	1211
Бакалинский	74579	202	43	0	89	0	2	0	160	9	0	37	0	1	0	57	800	62	0
Балтачевский	32168	89	20	0	50	123	6	0	511	3	0	20	0	5	0	0	1729	377	0
Белебеевский	62452	29	27	0	41	0	0	0	137	0	0	8	0	1	9	33	562	0	0
Белокатайский	134865	302	0	99	179	0	22	0	382	13	0	21	0	6	0	460	879	457	0
Белорецкий	151904	918	0	85	367	3225	163	75	2975	0	0	118	29	43	0	3353	1412	12192	0
Бижбулякский	22254	85	12	50	2	0	0	0	78	0	0	13	0	0	0	0	681	0	0
Бирский	81079	31	0	0	98	70	1	13	215	0	2	9	0	1	0	0	1141	259	0
Благоварский	11007	9	0	0	9	0	0	0	26	3	0	4	0	0	0	0	0	0	0
Благовещенский	74773	44	10	0	29	0	0	0	284	5	0	14	0	6	0	0	1668	65	0
Буздякский	13241	200	0	0	10	0	0	0	22	13	0	2	0	0	0	54	325	0	0
Бураевский	30726	3	0	0	3	0	0	0	18	0	0	0	0	1	0	0	29	17	0
Бурзянский	291994	413	0	5	67	565	31	8	728	9	0	56	273	11	11	710	2242	5137	0
Гафурийский	186596	432	0	0	270	430	14	0	1131	4	14	59	0	23	0	556	152	1985	0
Давлекановский	11669	0	29	0	5	0	0	0	51	0	0	5	0	0	0	0	41	0	0
Дуванский	169779	364	0	96	163	63	31	7	346	21	0	6	0	15	0	567	400	1893	0
Дюртюлинский	25872	260	0	0	14	0	0	0	167	0	0	20	0	6	0	0	0	0	0
Ермекеевский	16076	8	0	0	7	0	0	0	51	7	0	7	0	0	0	0	0	0	0
Зианчуринский	102055	75	47	10	107	34	6	0	1003	52	5	20	0	4	10	473	5423	1588	0
Зилаирский	168493	300	0	20	387	800	8	41	1841	12	0	0	0	7	0	2461	4307	3524	0
Ишимбайский	101221	28	0	0	125	0	3	7	562	13	0	45	0	0	0	0	925	0	0

Окончание таблицы 9.2

Илишевский	27505	24	25	0	12	0	0	0	84	17	0	0	0	0	0	0	162	0	0
Калтасинский	46812	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Караидельский	195070	131	0	0	116	698	19	0	755	0	0	65	0	4	0	764	2878	3112	0
Кармаскалинский	32864	42	13	0	31	0	0	0	167	0	0	14	0	2	0	0	0	0	0
Кигинский	44539	57	25	19	54	502	0	8	536	0	0	50	0	3	0	814	5630	541	0
Краснокамский	21950	141	0	0	16	0	0	60	610	2	0	31	0	6	7	26	775	56	0
Кугарчинский	134840	111	0	0	185	149	5	0	1742	0	0	34	0	6	0	0	0	0	0
Кушнаренковский	16811	5	0	22	47	0	0	0	163	3	0	8	0	0	8	0	128	0	0
Куюргазинский	18902	77	0	10	32	0	8	0	97	6	0	20	0	0	11	0	0	0	0
Мелеузовский	63235	9	5	0	37	20	0	0	122	5	0	11	0	1	6	42	0	46	0
Мечетлинский	28324	5	0	82	9	229	0	0	57	3	0	6	0	0	0	0	69	0	0
Миякинский	31210	138	36	27	0	0	0	0	61	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0
Пуримановский	74090	123	0	0	101	580	20	0	436	0	0	13	0	12	0	0	0	0	0
Салаватский	72222	69	0	92	57	350	0	0	488	11	0	7	0	5	0	907	3327	2933	467
Стерлитамакский	31326	67	0	0	50	0	0	0	76	0	0	14	0	2	0	0	0	0	0
Стерлибашевский	24638	159	61	0	35	0	1	0	231	0	0	14	0	5	0	0	328	0	0
Татышлинский	32472	59	0	0	31	143	3	0	68	0	0	3	0	12	0	0	0	0	0
Туймазинский опытн	64608	154	73	6	64	198	4	0	511	9	0	6	0	3	0	116	558	305	0
Уфимский	14658	250	0	0	0	0	0	0	704	0	0	26	0	0	0	0	0	0	0
Учалинский	155256	3	0	14	3	19	1	2	46	0	0	5	0	1	0	50	74	54	63
Хайбуллинский	33841	42	0	28	65	0	7	0	382	42	0	65	0	3	3	354	2670	0	0
Чишминский	25348	73	0	11	46	0	0	0	97	0	0	3	0	2	0	0	0	0	0
Шаранский	28864	93	57	0	9	382	0	0	60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Янаульский	44726	21	0	0	23	382	1	0	179	0	0	10	0	3	0	58	693	756	0

Численность охотничье-промысловой фауны Республики Башкортостан в 2007 г.

Таблица 9.3

Лесхозы	в т ч. покрытая	в т.ч. л.к.	несомк нувшие ся		лось	кабан	косуля	куница	белка	волк	горнос тай	заяц-беляк	заяц-русак	колонок	лисица	олень благ	рысь	хорь	глухарь	тетерев	рябчик	куропатка белая
Предуральская лесостепная зона																						
Альшеевский	29734	3274	682	3956	9	7	0	46	0	0	0	94	2	0	9	0	1	0	0	272	0	0
Благоварский	11007	1311	154	1465	9	0	0	9	0	0	0	26	3	0	4	0	0	0	0	0	0	0
Бурлякский	13241	5128	144	5272	200	0	0	10	0	0	0	22	13	0	2	0	0	0	54	325	0	0
Давлекановский	11669	2880	415	3295	0	29	0	5	0	0	0	51	0	0	5	0	0	0	0	41	0	0
Зианчуринский	102055	1617	954	2571	75	47	10	107	34	6	0	1003	52	5	20	0	4	10	473	5423	1588	0
Кугарчинский	134840	4343	1018	5361	111	0	0	185	149	5	0	1742	0	0	34	0	6	0	0	0	0	0
Кушнаренковский	18902	2340	30	2370	77	0	10	32	0	8	0	97	6	0	20	0	0	11	0	0	0	0
Мелеузовский	63235	1074	311	1385	9	5	0	37	20	0	0	122	5	0	11	0	1	6	42	0	46	0
Стерлитамакский	31326	5867	287	6154	159	61	0	35	0	1	0	231	0	0	14	0	5	0	0	328	0	0
Стерлибашевский	24638	2329	495	2824	67	0	0	50	0	0	0	76	0	0	14	0	2	0	0	0	0	0
Чишминский	25348	1989	413	2402	73	0	11	46	0	0	0	97	0	0	3	0	2	0	0	0	0	0
	465995	32152	4903	37055	789	149	31	562	203	20	0	3561	81	5	136	0	21	27	569	6389	1634	0
Южная лесостепная зона																						
Бурзянский	32776	2002	368	2370	101	0	0	61	350	0	0	274	0	0	115	0	0	0	0	0	0	0
Гафурийский	186596	8492	1164	9656	432	0	0	270	430	14	0	1131	4	14	59	0	23	0	556	152	1985	0
Дюртюлинский		25872	5500	665	260	0	0	0	14	0	0	0	167	0	0	20	0	6	0	0	0	0
Илишевский	27505	8443	994	9437	24	25	0	12	0	0	0	84	17	0	0	0	0	0	0	162	0	0
Кармаскалинский	32864	1998	425	2423	42	13	0	31	0	0	0	167	0	0	14	0	2	0	0	0	0	0
Кушнаренковский	16811	1338	52	1390	5	0	22	47	0	0	0	163	3	0	8	0	0	8	0	128	0	0
Макаровский	254007	7877	1823	9700																		
Уфимский	14658	2175	88	2263	250	0	0	0	0	0	0	704	0	0	26	0	0	0	0	0	0	0
	565217	58197	10414	37904	1114	38	22	421	794	14	0	2523	191	14	222	20	25	14	556	442	1985	0
Северная лесостепная зона																						
Архангельский	154847	7792	1193	8985	95	0	0	45	68	3	0	520	0	0	51	0	3	0	0	501	860	0
Аскинский	131159	27472	3069	30541	30	0	0	120	1839	3	0	626	0	14	36	0	8	0	905	3689	5781	0
Балтачевский	32168	10880	1098	11978	89	20	0	50	123	6	0	511	3	0	20	0	5	0	0	1729	377	0
Бирский	81079	5008	733	5741	31	0	0	98	70	1	13	215	0	2	9	0	1	0	0	1141	259	0
Благовещенский	74773	2376	597	2973	44	10	0	29	0	0	0	284	5	0	14	0	6	0	0	1668	65	0
Бураевский	30726	6782	855	7637	3	0	0	3	0	0	0	18	0	0	0	0	1	0	0	29	17	0
Ишимбайский	101221	8209	991	9200	28	0	0	125	0	3	7	562	13	0	45	0	0	0	0	925	0	0
Салтасинский	46812	13161	1679	14840	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Карандельский	195070	25974	2903	28877	131	0	0	116	698	19	0	755	0	0	65	0	4	0	764	2878	3112	0
Краснокамский	21950	3887	552	4439	141	0	0	16	0	0	60	610	2	0	31	0	6	7	26	775	56	0
Мишкинский		5845	654	6499	80	0	0	54	413	14	0	1742	3	2	14	0	4	0	0	4521	517	0
Нуримановский	74090	3433	777	4210	123	0	0	101	580	20	0	436	0	0	13	0	12	0	0	0	0	0
Татышлинский	32472	11779	2011	13790	59	0	0	31	143	3	0	68	0	0	3	0	12	0	0	0	0	0
Янаульский	44726	8968	1842	10810	21	0	0	23	382	1	0	179	0	0	10	0	3	0	58	693	756	0
	1021093	141566	18954	160520	875	30	0	811	4316	73	80	6526	26	18	311	0	65	7	1753	18549	11800	0
Белебеевская возвышенность																						
Бакалинский	74579	16271	1593	17864	202	43	0	89	0	2	0	160	9	0	37	0	1	0	57	800	62	0
Белебеевский	62452	13662	1190	14852	29	27	0	41	0	0	0	137	0	0	8	0	1	9	33	562	0	0
Бижбулякский	22254	4016	941	4957	85	12	50	2	0	0	0	78	0	0	13	0	0	0	0	681	0	0
Ермекеевский	16076	4043	333	4376	8	0	0	7	0	0	0	51	7	0	7	0	0	0	0	0	0	0
Миякинский	31210	2365	593	2958	138	36	27	0	0	0	0	61	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0
Туймазинский опыты	64608	14501	1871	16372	154	73	6	64	198	4	0	511	9	0	6	0	3	0	116	558	305	0
Шаранский	28864	6207	566	6773	93	57	0	9	382	0	0	60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	300043	61065	7087	68152	709	248	83	212	580	6	0	1058	26	0	72	0	6	9	206	2601	367	0
Зауральская степная зона																						
Абзелиловский	124654	19899	1877	21776	167	19	9	66	316	48	0	561	32	0	57	118	4	10	1137	2507	1969	0
Баймакский	129604	23858	4454	28312	0	0	133	52	148	31	8	820	34	0	48	0	6	0	0	313	1282	1211
Учалинский	155256	26966	3055	30021	3	0	14	3	19	1	2	46	0	0	5	0	1	0	50	74	54	63
Хайбуллинский	33841	1573	199	1772	42	0	28	65	0	7	0	382	42	0	65	0	3	3	354	2670	0	0
	443355	72296	9585	81881	212	19	184	186	483	87	10	1809	108	0	175	118	14	13	1541	5564	3305	1274
Северо-восточная лесостепная зона																						
Белокатайский	134865	13430	1531	14961	302	0	99	179	0	22	0	382	13	0	21	0	6	0	460	879	457	0
Дуванский	169779	19137	2505	21642	364	0	96	163	63	31	7	346	21	0	6	0	15	0	567	400	1893	0
Кигинский	44539	6031	844	6875	57	25	19	54	502	0	8	536	0	0	50	0	3	0	814	5630	541	0
Мечетлинский	28324	4595	786	5381	5	0	82	9	229	0	0	57	3	0	6	0	0	0	0	69	0	0
Салаватский	72222	5381	1045	6426	69	0	92	57	350	0	0	488	11	0	7	0	5	0	907	3327	2933	467
	449729	48574	6711	55285	797	25	388	462	1144	53	15	1809	48	0	90	0	29	0	2748	10305	5824	467
Горно-лесная зона																						
Белорецкий	151904	21357	2295	23652	918	0	85	367	3225	163	75	2975	0	0	118	29	43	0	3353	1412	12192	0
Бурзянский		291994	23451	4032	27483	413	0	5	67	565	31	8	728	9	0	56	273	11	11	710	2242	5137
Зилаирский	168493	10264	2277	12541	300	0	20	387	800	8	41	1841	12	0	0	0	7	0	2461	4307	3524	0
Каменноключевский	170451	29320	5247	34567																		
	490848	352935	33270	74792	28701	413	105	759	4092	736	147	4824	740	9	118	85	323	11	5825	6429	17958	5137

Значительно меньше численность в лесах такого ценного копытного вида, как косуля, поголовье которой, несмотря на запросы охоты, в течение длительного времени не превышает 5 тыс. особей. Наиболее благоприятные условия для ее обитания имеются на территории Северо-восточной лесостепной зоны, где ее поголовье превышает 388. голов (табл. 9.3).

Наиболее массовой группой птиц, используемых для спортивной охоты, являются водоплавающие. Заметное сокращение численности большинства видов водоплавающих в Башкортостане и во всех соседних регионах происходило в 1950-1960 гг. В последние годы численность основных охотничьих видов утиных птиц начала стабилизироваться, а редких охраняемых видов и некоторых мало популярных объектов охоты - даже возрастать. Основными причинами этого считаются: 1) развитие в Башкортостане сети охраняемых водно-болотных территорий и усиление общих мер охраны птиц; 2) улучшение системы ведения охотничьего хозяйства, регламентации сроков охоты и размеров добычи дичи; 3) повышение степени адаптации птиц к хозяйственно изменяемой среде; 4) расширение области зимовок водоплавающих птиц на территории республики, приведшее к быстрому возрастанию видового разнообразия змующих птиц и их численности.

Объектами спортивной охоты на территории республики являются утиные: чирок-свистунок, чирок-трескунок, кряква, красноголовый нырок, хохлатая чернеть, реже серая утка, свиязь, широконоска и др. В определенное время открывается охота на боровую дичь (рябчик, тетерев, глухарь) из куликов – на вальдшнепа. В настоящее время общая численность популярных охотничьих видов утиных птиц в послегнездовой период варьирует до 346313 особей. За период летне-осенней охоты в последние годы добывается около 30-40% от указанной численности. Для видов водоплавающих птиц характерно неравномерное распределение на территории в соответствии с расположением водно-болотных угодий.

Особенно это становится заметно в послегнездовой период, когда выводки объединяются в стаи и образуют в наиболее предпочитаемых местах значительные скопления. Выявление таких мест концентраций и их охрана являются одной из важнейших мер по сохранению и рациональному использованию ресурсов охотничьих птиц. Среди всех видов боровой дичи глухарь имеет особое значение и является наиболее желанным охотничьим трофеем. С середины 60-х годов в Башкортостане произошло заметное снижение численности глухаря, затронувшее и заповедные территории. К 90-м годам негативные тенденции замедлились, численность вида стабилизировалась, а к концу 2007 года увеличилась, достигнув, согласно анкетным опросам, 29,072 тыс. особей. Это связывается с тем, что охватывающие значительные территории послевоенные посадки сосны достигли оптимального для обитания глухаря возраста, что увеличило площадь пригодных для него угодий.

В южных районах республики крупномасштабная мелиорация в 60-70-х годах и последовавшая за ним интенсификация хозяйственного освоения территорий привели к значительным изменениям условий обитания глухаря и вызвали быстрое сокращение его численности. Среди ведущих факторов определены такие, как ускорение сукцессионных изменений местообитаний из-за нарушения гидрорежима в заболоченных и пограничных с болотами лесных массивах, усиление эксплуатации лесных ресурсов и сведение высоковозрастных лесных массивов, расширение сети дорог, расчленение лесо-болотных массивов обширными сельскохозяйственными территориями на фрагменты. Кроме глухаря из видов боровой дичи определенное значение имеют рябчик, тетерев и вальдшнеп. Численность полевой пернатой дичи, к которой относятся серая куропатка и перепел, подвержена очень сильным колебаниям по годам. Тем не менее, достаточно корректного и регулярного учета их численности и добычи в период охоты до сих пор не налажено, поэтому сведения о численности этих и других видов, являющихся второстепенными по значимости объектами охоты отсутствуют.

В последние годы в использовании охотничьих ресурсов фауны наметился ряд тенденций. Во-первых, возросло незаконное (браконьерское) изъятие копытных видов. Во-вторых, заметно снизилось изъятие пушных видов из-за снижения рыночной стоимости пушнины, а также уменьшилось изъятие нерентабельных видов (водоплавающие, голуби, кулики, зайцы, лисица).

Под влиянием хозяйственной деятельности человека, в результате разрушения местообитания, загрязнения водоемов и полей, прямого истребления некоторых видов животных сократилась их численность, они стали редкими (или совершенно исчезли) на территории республики. В пределах РБ перестали гнездиться пеликан, пеганка, стрепет, дрофа, степной орел, истреблен выхухоль.

Характерной особенностью распространения пернатой боровой дичи в лесном фонде Башкирии является значительное преобладание глухаря над поголовьем тетерева. Если глухарей здесь обитает более 100 тыс. шт., то тетеревиное поголовье им уступает почти вдвое.

Говоря о результатах добычи дичи, следует отметить,, что свыше 60% заготовок основного вида «зимней» пушнины – белки – приходится на белорецкие леса, а волков – на дуванские, где заготавливается четверть всей добычи их по республике.

По результатам добычи колонка выделяется Аскинский лесхоз, а ведущее положение в заготовках основного вида «летней» пушнины – крота – принадлежит белорецким охотникам, а по добыче и заготовкам пушнины красной лисицы приоритет принадлежит Баймакским и Стерлитамакским.

Особое место в охотничьей фауне республики занимает лось - интереснейший объект спортивной охоты и источник высококачественного товарного мяса. Охота на него ведется с 1960 года. До 1980 года отстрел лосей производился менее ежегодного прироста поголовья (12%) в 4-5 раз. Размножившееся поголовье лосей плотно заселило не только лесные

массивы, но и шагнуло в городские парки и лесопарки, создав реальную угрозу воспроизводству хвойных лесов. Особенно в тяжелом положении оказывались посадки сосны, а в последние годы и ели в зеленых зонах городов, где лоси находят надежное укрытие в осенне-зимний период их отстрела в промышленных лесах. Поголовье их в это время резко возрастает, жертвой такой миграции становятся не только культуры, но и нередко посевы хвойных в лесных питомниках. Дорогостоящие мероприятия по их охране (огораживание, применение отпугивающих веществ) оказываются малоэффективными. Альтернатива - лес и лось - долгие годы остается, однако необходимость регулирования численности лосиного поголовья в рекреационных лесах очевидна. Как любое излишество влечет за собой нежелательные последствия, так и избыток этих животных перетягивает чашу весов в нежелательную сторону, «диктуя» создавать новые леса не тем, чем нужно. "Естественно, продуктивность таких насаждений окажется гораздо ниже, чем сосновых, - таково влияние одного из самых крупных представителей животного мира на рекреационные леса. В то же время сам состав популяций лосей претерпевает изменение под влиянием рекреации. Связано это с тем, что при охоте, как правило, отстреливаются самые крупные особи, чаще самки, т. е. самые лучшие производители, тем самым из года в год идет отрицательный - селекционный отбор, ведущий к ухудшению маточного поголовья.

Нет необходимости доказывать, что вынужденные изменения в половом и возрастном составе популяции животных неизбежно отразятся на темпах воспроизводства и ее биологической продуктивности, ведь возрастной и половой составы популяции являются основными элементами ее экологической структуры, и наряду с сочетанием животных разных сезонных генераций, находящихся на разных стадиях генеративного цикла, с характером распределения их по территории, внутрипопуляционных и меж популяционных контактов, со стадийно-семейной организацией и системой господства, они определяют продуктивность популяции. По [i] «промысел»

нарушающий исторически сложившуюся взаимосвязь между изменениями численности и структурой популяции, подрывает ее воспроизводственные силы, и временное повышение продуктивности оказывается в конечном итоге экономически невыгодным и может привести к биологической катастрофе».

Таким образом, при пользовании зоогенными ресурсами в лесоохотничьей деятельности, когда в ее основе лежат мотивы спортивной охоты, тесно переплетаются проблемы охраны и воспроизводства лесов и животного мира. Регулирование их взаимоотношений позволит повысить не только социальную эффективность недревесных ресурсов леса, но и лесопользования во всех его аспектах.

ГЛАВА 10. СТРАТЕГИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НЕДРЕВЕСНЫХ РЕСУРСОВ ЛЕСА В РЕСПУБЛИКЕ БАШКОРТОСТАН

В Предуральской степной зоне проживает около 2,5 млн. человек и здесь сосредоточено свыше 0,5 млн. га лесов. Соответственно на 1 жителя этого региона приходится около 0,2 га леса, т.е. в этой зоне сельхозугодия существенно превышают по своей площади лесные массивы [Хисамов, Кулагин, 2008]. В конце прошлого века в этой зоне, несмотря на высокую плотность населения, на 10000 га лесов заготавливалось относительно небольшое количество лекарственного технического сырья, плодов и ягод, а также меда (рис. 10.1 – 10.3). В этом регионе в первом пятилетии 21-го века сбор и заготовка плодово-ягодного и лекарственного сырья повысилась, но при этом существенно снизилось производство меда. Эти данные свидетельствует о резервах повышения в перспективе объема заготовок всех этих видов лесных недревесных продуктов, особенно это касается меда. Но решение этого вопроса находится в большей степени в экономической и технологической сфере [Клишко, 2003].

Рис. 10.1. Динамика заготовок плодов и ягод в лесах Республики Башкортостан.

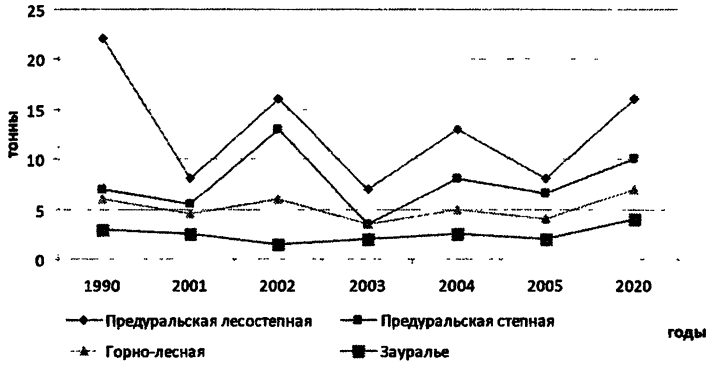


Рис. 10.2. Динамика заготовок меда в лесах Республики Башкортостан.

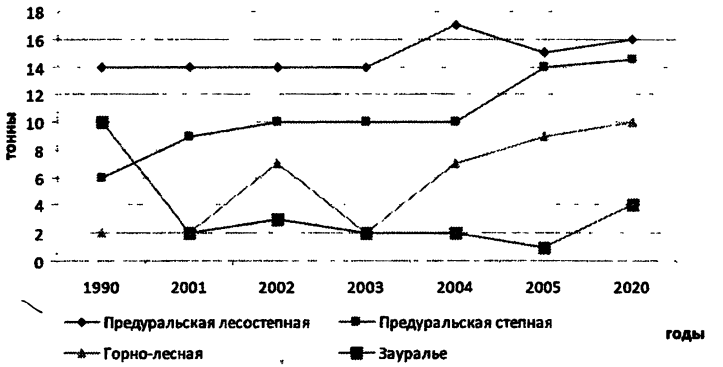


Рис. 10.3. Динамика заготовок лектехсырья в лесах Республики Башкортостан.

В лесостепной зоне Предуралья при существенно большей площади лесов численность населения (без учета жителей г.Уфы) меньше на 1/3. Здесь заготовка лектехсырья в динамике находилась примерно на одном уровне, плодов и ягод – несколько снизилась. Как видно, имеется потенциал для дальнейшего роста заготовок этой продукции, а для меда – как и повсеместно, заготовка многократно снизилась. Таким образом, ресурсы заготавливаемой побочной продукции леса в этом регионе довольно велики не только в абсолютном выражении, но и в расчете на отдельного жителя. Что касается восточного региона Республики Башкортостан, то необходимо

отметить, что здесь 2 природные провинции существенно отличаются между собой по природно-климатическим условиям. Так, например, в Зауральской степной зоне лесные массивы заметно удалены от основных населенных пунктов и соответственно они менее доступны для заготовок из-за нехватки трудовых ресурсов и транспорта (табл. 10.1). Соответственно в ней по сравнению с Предуральской степной зоной в расчете на 10000 га лесов заготавливалось в динамике почти в 2 раза меньше продукции по лектехсырью, а по плодово-ягодной продукции эта величина была почти в 4-5 раз меньше, т.е. оказывается, что доступность лесных массивов для заготовителей имеет первостепенное значение. Об этом свидетельствует и тот факт, что на одного жителя Предуральской степной зоны приходится 0,47га леса, а в Зауралье Башкортостана – 1,61 га.

Таблица 10.1.

Динамика объемов заготовок недревесной продукции лесов Республики Башкортостан (в ценах 2008 г.)

Годы	Обеспеченность населения лесными массивами			Валовый доход с 10 тыс. га в тыс руб / на 1 жителя в руб.
	население, тыс	площадь леса тыс.га*	площадь лесов на 1 жителя, га	
Предуральская степная зона				
1990-99 ср.				161,2/7,6
2001-05 ср.	1484,6	700,39	0,47	141,7/7,9
наиб.загот.				185,6/10,4
Предуральская лесостепная зона				
1990-99 ср.				934,3/176,6
2001-05 ср.	949,6	1794,22	1,89	88,4/16,7
наиб.загот.				142,7/27,0
Горно-лесная зона				
1990-99 ср				916,9/726,2
2001-05 ср.	297,6	2355,49	7,92	55,9/44,3
наиб.загот.				89,1/70,6
Зауральская степная зона				
1990-99 ср.				122,4/19,7
2001-05 ср.	269,3	433,34	1,61	17,6/4,3
наиб.загот.				24,4/5,1
Территория Республики Башкортостан				
1990-99 ср.				2134,8/281,8
2001-05 ср	4073	5747,9	1,39	303,6/40,1

* 382,9 тыс.га леса заповедников и Национального парка «Башкирия»

Сходная тенденция выявлена и для Горно-лесной зоны по сравнению с Предуральской лесостепной зоной Республики Башкортостан. Несмотря на то, что здесь на 1-го жителя приходится 7,92 га леса, относительный объем заготовок недревесных ресурсов существенно ниже. Так, например, в 2001-2005 гг. в лесостепи заготовлено на 10000 га 1,92 т лектехсырья, а в Горно-лесной зоне 0,51 т, т.е. почти в 4 раза меньше. А с учетом площади это означает еще большую разницу. По плодово-ягодной продукции абсолютные показатели отличаются в 7-10 раз, а в расчете на 1-го жителя почти в 15 раз. Такая же закономерность выявлена и по производству и заготовке меда (табл. 10.2) [Хисамов, Кулагин, 2008].

Рассмотренные выше величины заготовки недревесных продуктов по отдельным природным провинциям республики обобщены в табл. 10.1 в виде расчетных параметров на территорию всей республики. Как видно, на 1 жителя республики приходится 1,39 га леса. Недревесной продукции в среднем за 5 лет в начале XXI века заготовлено на 10000 га лесов всего в сумме 303,6 млн. руб., а в предыдущий период ее было заготовлено на сумму 2134,8 млн. рублей.

В табл. 10.2 представлены данные по биологическому и промысловому запасу недревесных ресурсов и их фактической заготовке в 4-х природных провинциях Башкортостана в физическом весе (т) и стоимости валовой продукции в млн. рублей. Как видно из этих данных, наиболее информативной величиной является валовая стоимость продукции. Общая сумма стоимости биологического запаса примерно одинакова в Предуральской лесостепной (455,5 млн. руб) и Степной зонах (460,0 млн. руб).

В Горно-лесной зоне эта величина равна 324,0 млн. руб., а в Зауралье 242,4 млн. руб. Вместе с тем по лекарственно-техническому сырью и товарному меду лидером является Предуральская лесостепная зона, что связано в основном с общей площадью лесов в этом регионе. Однако по другим видам продукции эта зона заметно уступает Предуральской степной

зоне, особенно по плодово-ягодной продукции, что зависит от климатических особенностей зоны.

Таблица 10.2.

Биологический и промысловый запас ресурсов побочного лесопользования в Республике Башкортостан и их заготовка в 2008 году

№	Вид ресурса	Предуральская лесостепная т/млн. руб	Предуральская степная т/млн.руб	Горно-лесная т/млн руб	Зауралье т/млн.руб	Всего по РБ т/млн.руб
Биологические запасы						
1	Лекарственно-техническое, т	454 / 181,6	329 / 131,6	160 / 64,0	57/22,8	1000/400
2	Плоды, ягоды, т	1200 / 9,0	7000 / 52,5	3300/ 24,8	500 / 3,7	12000/90
3	Технические (дубильное) т	2100 / 105,0	2600 / 130,0	1500/75,0	800 / 40	7000/ 350
4	Товарный мед, т	530 / 63,6	328 / 39,4	220/ 26,4	180 / 21,6	1258/151
5	Березовый сок, т	2300 / 13,8	2500 / 15,0	1300/7,8	300 / 1,8	6400/38,4
6	Грибы, т	2750 / 82,5	3000 / 90,0	4200/126,0	1400 / 42	11350/340
Итого		9334 / 455,5	15760 /460,0	10700/324	3060/242,4	39008/1482
Промысловые запасы						
1	Лекарственно-техническое, т	188 / 75,2	142 / 56,8	90 / 36,0	24 / 9,6	444/177,6
2	Плоды, ягоды, т	600 / 4,5	3500 / 26,3	1650/12,4	250 / 1,9	6000/45,0
3	Технические (дубильное) т	1050 / 52,5	1300 / 65	850 / 42,5	300 / 15,0	3500/175,0
4	Товарный мед, т	265 / 31,8	170 / 20,4	110 / 13,2	90 / 10,8	635/76,2
5	Березовый сок, т	1150 / 6,9	1250 / 7,5	650 / 3,9	150 / 0,9	3200/19,2
6	Грибы, т	1350 / 40,5	1400 / 42,0	2050/61,5	700 / 21,0	5500/165
Итого		4603 / 211,4	7762 / 218,0	5400/170	1425/59,2	19279/659
Уровень заготовок в режиме реального времени						
1	Лекарственно-техническое, т	15 / 6,0	11,3 / 4,5	5,5 / 2,2	2 / 0,8	33,8/13,5
2	Плоды, ягоды, т	1,5 / 0,01	14,6 / 0,11	6 / 0,05	1,1 / 0,01	23,2/0,18
3	Технические (дубильное) т	0,25 / 0,01	0,6 / 0,03	–	–	0,85/ 0,04
4	Товарный мед, т	40,7 / 4,88	28,5 / 3,42	24 / 2,9	18 / 2,2	111,2/ 13,3
5	Березовый сок,т	3 / 0,018	1,4 / 0,008	1,5/0,009	0,3 / 0,002	6,2/0,03
6	Грибы, т	3,7 / 0,11	7 / 0,2	7,4 / 0,2	3,08 / 0,09	21,2/0,60
Итого		64,2 / 11,03	63,4 / 8,26	44,4/ 5,35	6,83 / 3,10	196,5/27,7

В Горно-лесной зоне выявляются наибольшие ресурсы грибной продукции. Этой зоне по величине медовых ресурсов существенно уступает зона Зауралья. В целом по Республике Башкортостан в стоимостном

выражении превалируют 3 вида недревесной продукции: лекарственно-техническое сырье (400 млн. руб.), дубильное сырье (350 млн. руб.) и грибная продукция (340 млн. руб.). Объемы товарного меда (151 млн. руб.) и плодово-ягодной продукции (90 млн. руб.) уступают этим 3-м продуктам побочного пользования лесов, но в то же время они являются более востребованными у населения.

Наряду с этим можно также отметить, что промысловые запасы недревесных ресурсов в целом составляют довольно большую величину в денежном выражении (659 млн. руб), что несомненно является особенно привлекательным для развертывания в Республике Башкортостан отрасли туризма для жителей нашей страны и зарубежных государств.

Как видно из последней части табл. 10.2, уровень заготовки всех имеющихся недревесных ресурсов почти в 30 раз ниже от уровня их промысловых запасов. Примерно на уровне этой величины находятся и показатели Предуральской и Горно-лесной провинций, более низкие показатели по заготовке недревесных полезных продуктов наблюдаются в зоне Зауралья. Как отмечалось выше, это связано не только с малочисленностью местного населения, но и с большими расстояниями от населенных пунктов до месторасположения лесных массивов.

Подводя итоги оценки заготовки недревесной продукции в разных почвенно-климатических зонах республики можно отметить, что ни в одном из этих регионов практически не достигнут максимальный уровень заготовки по всем видам анализируемой продукции. С учетом этих величин в лесах Башкортостана в среднем на 10000 га лесов произрастает недревесной продукции на сумму 659 тыс. руб. Фактически же по объему заготовок предприятиями лесного хозяйства этот вид продукции составляет около 5% от имеющихся запасов. Основной причиной вышеизложенного является недостаток трудовых ресурсов, а также, вероятно, низкий уровень оплаты труда при заготовке данной продукции.

Поскольку значительная часть собираемых недревесных ресурсов остается у населения для личного потребления, то для получения общего представления о степени освоения растительных ресурсов необходимо отметить, что данный показатель составляет величину в 2-3 раза превышающую объемы заготовок недревесных ресурсов леса в дореформенный период, а в настоящее время, почти на 8-ми кратную величину [Герасименко и др., 2004].

В пределах рассмотренных провинций функционируют лесные массивы природно-охранного значения во всем регионе Южного Урала, в частности природные заповедники и рекреационные леса. На территории республики расположены 3 заповедника (Башкирский, Шульган-Таш, Южно-Уральский), национальный парк «Башкирия», 3 природных парка (Аслы-Куль, Кандры-Куль, Мурадымовское ущелье), ландшафтный природный парк местного значения Зилим, 29 государственных природных заказников, в том числе 15 зоологических, 178 памятников природы, 7 округов горно-санитарной охраны лечебно-оздоровительных местностей и курортов. Заповедники и национальный парк, являющиеся особо охраняемыми природными территориями федерального значения, находятся в ведении Управления Росприроднадзора по Республике Башкортостан. Природные парки, заказники, памятники природы, лечебно-оздоровительные местности и курорты, являющиеся особо охраняемыми природными территориями регионального значения, являются собственностью субъектов РФ и находятся в ведении органов государственной власти субъекта. Общая площадь особо охраняемых природных территорий Республики Башкортостан в 2006 году составила 1045952,22 га – 7,3% от всей территории республики. Особо охраняемые природные территории являются главными очагами сохранения ландшафтного и биологического разнообразия.

Общая рекреационная емкость лесов оценивается на уровне 285 тыс.чел./год с пропускной способностью около 4,5 млн. чел. Фактическое наполнение лесов при интенсивности посещения 164 часа (чел/год)

составляет 25,5 тыс.чел./год, т.е 9,0% [Лесной план Республики Башкортостан, 2008], что свидетельствует о широких возможностях развития рекреационной деятельности в регионе. Из-за роста рекреационной активности населения в последующие годы объем отдыха достигнет 800 млн. час/год.

Рекреационное значение лесов в значительной степени определяется породным составом насаждений. Наибольшей интенсивностью фотосинтеза отличаются тополь бальзамический (*Populus balsamifera* L.), дуб черешчатый (*Quercus robur* L.), береза повислая (*Betula pendula* Roth.), сосна обыкновенная (*Pinus silvestris* L.). В этом отношении породный состав лесов зеленых зон близок к оптимальному и характеризуется большим разнообразием. Из общей лесопокрытой площади 263,4 тыс.га или 55,3 % приходится на мягколиственные породы. Хвойные занимают 30,5 % лесов зеленых зон, где в основном преобладает сосна (около 65 тыс. га); площади ельников, пихтачей незначительны. Твердолиственные породы распространены на 13,7% лесопокрытой площади. Интродуцированные породы бархат амурский (*Phellodendron amurense* L.), орех манчжурский, (*Juglans manshurica* Maxim.), акация белая (*Robinia pseudocacia* L.) и туя западная (*Thuja occidentalis* L.) участвуют как примесь в составе лесных культур. Лесообразователем из интродуцентов является лишь ясень зеленый (*Fraxinus viridis* Michx.).

К рекреационным лесам принято относить городские леса, лесопарки, леса лесопарковых частей зеленых зон, 1-го и 2-го округов зон санитарной охраны курортов, зеленых зон лечебно-оздоровительных учреждений. Рекреационные функции выполняют также прилегающие к туристическим и прогулочным маршрутам леса II и III групп, участки леса, специально отведенные для отдыха в национальных и природных парках, заказниках. Исходя из этого, к рекреационным лесам мы относим все лесные массивы, предназначенные для отдыха населения, а также леса, не предусмотренные для этих целей, но фактически используемые в рекреационной деятельности.

Таким образом, к рекреационным отнесены (тыс. га) 288,0 леса зеленых зон 14 городов, 51 районных центров и рабочих поселков, 1,2 - леса санитарной охраны курортов, 7,4 - городские леса, 13,2 - леса специального целевого назначения, 38,7 - туристическая зона государственного национального природного парка «Башкирия», 11,8 - зона отдыха Нугушевского и 10,8 - Башкирского, 2,8 - Павловского водохранилищ.

Площади таких насаждений составляют 373,9 тыс. га, или более 6%, лесопокрытой площади лесного фонда республики. Однако, если смотреть на эти леса с более широких позиций, то место и роль их сводятся не только к тем шести процентам, которые они занимают. Это леса, имеющие оптимальное физико-географическое значение. Это леса, с которыми чаще всего соприкасается человек в своей хозяйственной и культурной жизни. Являясь неизменными хранителями вод и защитниками почв - этих двух важнейших основ жизни человека, для миллионов людей леса этой категории - бесценная обстановка для восстановления здоровья и эффективный регулятор продолжительности жизни. Кроме того, это леса с наибольшей интенсивностью ведения хозяйства, большей частью искусственно воспроизведенные и воспроизводимые, с повышенной продуктивностью.

Массовая организация зеленых зон произошла после выхода в свет постановления СНК СССР от 23 апреля 1943 г. К 1956 г. было выделено лесов зеленых зон на площади 9 млн 915 тыс. га вокруг 1 698 городов и промышленных предприятий. В соответствии с этим же постановлением были выделены зеленые зоны вокруг городов Башкирской АССР: Белебея, Баймака, Бирска, Давлеканово, Мелеуза и Уфы. Площади их в различных природно-климатических зонах в расчете на тысячу жителей колеблются в широких пределах. Так, в г. Уфе этот показатель равен 33 га, Бурибае - 23, Белебее - 107, Белорецке - 257 и Стерлитамаке - 39 га.

Общий запас древесины в лесах зеленых зон составляет 41,3 млн $м^3$, половина которого состоит из древесины мягколиственных пород (20,4 млн

м^3); 14,2 млн м^3 составляют хвойные породы и 6,7 млн м^3 - твердолиственные. Общий средний прирост древесины - около 14 тыс.м^3.

В зеленых зонах республики преобладают средневозрастные насаждения (53,9%), затем приспевающие, спелые и перестойные (29%), 16,1% занимают молодняки.

Защитная функция лесов наиболее сильно проявляется в приспевающих и спелых древостоях и долгое время не снижается, а, наоборот, увеличивается. С другой стороны, приспевающие и спелые участки – лучшие места для отдыха. Они больше производят фитонцидов, сильнее влияют на занятую ими площадь и окружающую среду, больше потребляют углекислого газа и выделяют кислорода, лучше очищают воздух. Поэтому очень важно осуществить реконструкционные работы и мероприятия по выращиванию древостоев более высоких возрастов с хорошими декоративно-эстетическими и санитарно-гигиеническими свойствами.

Разнообразие лесорастительных условий и уровень ведения лесного хозяйства обусловили широкий диапазон распределения насаждений по производительности, в рекреационных лесах встречаются древостой от IБ до V бонитетов, однако преобладают леса III бонитета. На их долю приходится 44,3% покрытой лесом площади. Насаждения II класса бонитета занимают 23,3, IV-22,2, I- 45, V - 4,3, Iб - 0,8 и Iа - 0,6%. При среднем бонитете насаждений, равном II,8, наиболее высокобонитетными являются древостои сосны - 1,5, осокоря - 1,7, ясеня и тополей - 1,9, кедра - 11,2. Производительность дубовых, осиновых, черноольховых, кленовых и ильмовых насаждений, пихтарников и липняков близка к среднему бонитету по региону, а ельники, березняки и сосняки отличаются более высокой производительностью.

В результате посадки лесных культур быстрорастущими породами, правильного подбора их к условиям местопроизрастания, а также увеличения доли молодняков, средние классы бонитета сосняков, ельников и тополей за последние годы увеличились на 0,1- 0,5. Повышение бонитета насаждений

могло быть более существенным, однако вырубка наиболее производительных насаждений, торможение роста культур из-за заглушения второстепенными породами несколько нивелируют эти показатели.

Леса зеленых зон Предуралья, особенно в его южных районах, в значительной степени раздроблены сельскохозяйственными землями, строениями и сооружениями, что предопределяет их неустойчивость, снижает средообразующие функции лесов, а в приграничных областях со степями способствует их остепнению. На Уфимском плато и горно-лесной зоне леса имеют меньшую раздробленность, и влияние на них степной растительности ослабляется.

По структурным показателям, характеру архитектурно-пространственного построения, освещению, эмоциональному воздействию на человека, важнейшим природным особенностям и, главное, по характеру и удобству их использования для организации массового' отдыха населения, а также по возможностям проведения хозяйственных мероприятий с целью ландшафтного улучшения леса зеленой зоны неоднородны. В них преобладают закрытые ландшафты. Это одноярусные насаждения, с одновозрастным древостоем, обычно с равномерным размещением деревьев, нередко с мелкими, несообщающимися между собой окнами - просветами. Участки таких типов ландшафтов наилучшим образом обеспечивают в летнее время прохладу, полумрак, преобладание темных тонов и относительную тишину.

Полуоткрытые ландшафты (38%) представлены чистыми и смешанными насаждениями с равномерным размещением деревьев, имеющих обычно развитую, низко опущенную, хорошо облиственную и относительно широкую крону. Значительная глубина видимости, удобство передвижения посетителей, широкий обзор во всех направлениях - характерные особенности данного типа ландшафта. Он напоминает структурное построение насаждения паркового характера, обеспечивает проникновение значительного количества света и вместе с тем достаточное

отенение отдельных участков поверхности. Такие типы ландшафтов преобладают в лесах, прилегающих к курортам и санаториям Янгантау, Аксаково, Красноусольск, Юматово и Глуховская.

Открытые ландшафты занимают всего 10% площади лесов зеленой зоны. Это главным образом лесные поляны и луга, где деревья и кустарники отсутствуют или имеются в виде немногочисленных групп и отдельных экземпляров. В отношении широты и доступности обозрения они обладают лучшими показателями. Несмотря на незначительные площади, они представляют большую ценность, часто являются единственным местом для проведения важнейших форм коллективного и группового отдыха.

Санитарное состояние лесов зеленых зон Республики Башкортостан в настоящее время далеко не отвечает тем требованиям, которые предъявляются к санитарному состоянию лесов вообще и тем более лесов рекреационного назначения. Массовое размножение различных видов вредных насекомых, частые лесные пожары и ураганные ветры, поздние обильные снегопады, сильные морозы и нарушение лесозаготовительными организациями правил при проведении работ в лесах, захламление промышленными и бытовым отходами значительно ухудшают санитарное состояние лесов.

В результате отмены рубок главного пользования в лесах зеленых зон начали накапливаться запасы спелых и перестойных насаждений. Несмотря на то, что правилами рубок главного пользе вания и лесовосстановительных рубок в настоящее время сплошные рубки разрещены, из-за низкого выхода деловой древесины н невысокого ее качества расчетная лесосека в лесах зеленых зон используется только на 45-50%. Наиболее эффективны здесь сплошные санитарные рубки.

В лесопарковую хозяйственную часть включены лесные участки, расположенные в живописной местности, вблизи железных и шоссейных дорог, рек и водных бассейнов и являющиеся излюбленным местом отдыха населения, а также лесные площади, которые по своим эстетическим

достоинствам могут стать интенсивно посещаемыми после проведения работ по улучшению дорожно-тропиночной сети.

Площади лесопарковых хозчастей относительно невелики. Так, в зеленой зоне г. Уфы к ним отнесено 5374 га, г. Белебея – 849 га. Хозяйство здесь направлено на создание и формирование преимущественно разновозрастных, смешанных и сложных по структуре, живописных по сочетанию древесно-кустарниковых пород, на улучшение санитарно-гигиенических функций леса путем проведения лесохозяйственных мероприятий с элементами паркового благоустройства. Лесопарковая часть является важнейшим резервом для расширения городских парков: основные парки г. Уфы - ЦПКО им. М. Гафури, парк Победы и им. М. И. Калинина – сформировались в конце 50-х гг. прошлого столетия за счет лесопарковой хозчасти.

К лесохозяйственной части относят лесные массивы, не включенные в лесопарковую хозчасть, удаленные от населенных пунктов и, в силу отсутствия достаточно хорошо развитой транспортной сети, относительно слабо посещаемые населением.

Основное назначение лесов данной хозчасти - выполнение санитарно-гигиенических и защитных функций - следует сочетать с соответствующей организацией лесопользования в этих лесах: своевременным и правильным проведением рубок ухода, санитарных рубок и вырубок древостоев, теряющих свои санитарно-гигиенические свойства.

В лесах зеленых зон, выполняющих одновременно водоохранную и почвозащитную роль, лесохозяйственные и другие мероприятия осуществляются в направлении сохранения и усиления этой роли насаждений.

В целом соотношение лесопарковых и лесохозяйственных хозчастей зеленых зон городов республики близко к оптимальному, однако структуру самих зеленых зон, их размещение по природным зонам необходимо уточнить и внести необходимые коррективы.

Несмотря на значительный опыт проектирования зеленых зон, все же этот вопрос остается недостаточно разработанным. Важным является определение наиболее приемлемых нормативов выделения зеленых зон. В 1943 г. постановлением правительства к лесам зеленой зоны городов и промышленных центров были отнесены леса, расположенные вокруг областных центров на расстоянии до 30 км, вокруг районных центров и промышленных предприятий до 10 км.

Этим указанием практически пользовались при выделении зеленых зон до недавнего времени. Такой принцип выделения зеленых зон очень прост, но имеет большие недостатки. При такой системе почти все леса зеленой зоны, например, г. Уфы, оказались расположенными за рекой при отсутствии дорог и мостов и их использование для массового отдыха было ограничено. Хотя с мостами положение несколько улучшается, но все равно при использовании такого принципа площадь выделенной для г. Уфы зеленой зоны недостаточна. Кроме того, при преобладании южных и юго-западных ветров лесные массивы в северной и северо-восточной части зеленой зоны оказались под влиянием северной промышленной зоны города, что снижает их рекреационную пригодность.

Недостаточными оказались площади насаждений зеленых зон городов Ишимбая, Стерлитамака, Салавата, Кумертау, Октябрьского, Туймазов, Мелеуза, р. п. Бурибай, с. Кармаскалы и др.

Однако существующие площади зеленых зон городов и населенных пунктов республики не были приведены в соответствие с нормативами Министерства природных ресурсов РФ, в результате чего в некоторых городах (Салават, Стерлитамак, Ишимбай) произошло значительное ухудшение экологической обстановки. В то же время в результате перевода лесных массивов в зеленую зону в многолесных районах большое количество спелых древостоев было исключено из хозяйственного оборота, что привело к снижению санитарно-защитных и эстетических свойств насаждений.

С учетом научных достижений современного рекреационного лесопользования и экономических подходов к оценке продуктивности леса, на его возросшее многостороннее значение можно произвести расчет необходимой для рекреационного пользования площади лесных массивов вокруг населенных пунктов [Трещевский, 1988]. Рассчитанные по этим нормативам площади зеленых зон городов и населенных пунктов республики имеют существенные колебания по сравнению с существующими.

В зависимости от территориального размещения лесов, выделяемых в зеленую зону, а также от сочетания отдельных элементов, ландшафта территории зоны, размещение лесов зеленых зон в основном равномерное, когда лесные массивы распределены равномерно вокруг города или другого населенного пункта. Такое размещение лесов зеленой зоны в сочетании с другими благоприятными природными факторами наиболее целесообразно для крупных городов и рабочих поселков с наличием хорошо развитых транспортных путей. При этих условиях леса зеленой зоны оказывают наиболее благоприятные воздействия на микроклимат и санитарное состояние воздушного бассейна, а также обеспечивается связь жилых районов с загородными лесами и лесопарками (Давлеканово, Белебей, Сибай). В то же время по условиям развития или расположения городов Уфы и Октябрьска равномерность размещения лесов не представляется возможной. При дальнейшем расширении зеленой зоны здесь ее вытянутость также сохраняется.

В малолесных районах республики, где возникает необходимость в защите их как от неблагоприятных климатических факторов, так и промышленных выбросов, целесообразно включить и отдельные лесные массивы и полосы в зеленую зону (Салават, Стерлитамак, Мелеуз).

Следует отметить, что более половины населения, проживающего в городах и крупных населенных пунктах, сосредоточено в лесостепной зоне, незначительно в лесной зоне (116,8 тыс. чел.) и около одной трети (825,0 тыс. чел.) - в степной, почти безлесной зоне. Это обстоятельство должно быть

учтено при проектировании, размеров в конструктивном проектировании зеленых зон населенных пунктов.

В лесной зоне республики в вопросе создания зеленых зон особых проблем не существует: необходимые лесные насаждения здесь имеются и требуются лишь мероприятия по сохранению, улучшению и благоустройству лесов зеленых зон. В лесной зоне общая площадь зеленых зон лесов для города Белорецка и других крупных населенных пунктов с населением свыше 3,0 тыс. чел. определена в 13,2 тыс. га. Здесь необходимо выделить зеленые зоны для сел Старо-Субхангулово, Караидель, Красная Горка, рабочих поселков Красный Ключ и Павловка.

Для большинства населенных пунктов лесостепной зоны площади выделенных ранее зеленых зон достаточны (во многих случаях даже слишком большие) для имеющегося населения. В этой зоне необходимо выделить дополнительно 260 тыс. га насаждений зеленой зоны для г. Уфы. Эту проблему, на наш взгляд, можно решить за счет отнесения к зеленой зоне г. Уфы массивов лесов Уфимского лесхоза и Павловского водохранилища, не ограничиваясь определенным расстоянием от города, с учетом улучшения транспортных связей с правобережьем р. Белой и левобережьем р. Уфы. Кроме того, в этой зоне дополнительно нужно выделить лесные насаждения зеленой зоны г. Ишимбая на площади 4,0 тыс. га, 3,0 тыс. га для населенных пунктов, их имеющих: Бакалы, Старобалтачево, Бураево, Месягутово, Николо-Березовка, Кармаскалы, Кушнаренково, Краснохолмский, Прибельский. И в этой зоне, на наш взгляд, также больших проблем для создания зеленых зон не существует.

Наиболее сложная обстановка для выделения зеленых зон сохраняется вокруг населенных пунктов степной зоны как в Предуральской, так и Зауральской. Здесь существующая площадь зеленых зон составляет 49,3 тыс. га, и необходимо вновь их создать на площади 76,2 тыс. га. Обстановка осложняется тем, что в этой зоне вокруг населенных пунктов, для которых необходимо выделить зеленые зоны, лесных насаждений обычно не имеется.

и, в основном, их надо создавать искусственным путем (посадка по специальным проектам).

При условии приведения площадей зеленых зон городов республики в соответствие с существующими нормативами их общая площадь составит 657,6 тыс. га, при этом в основном в степной зоне необходимо посадить 50 тыс. га лесных культур. Создание закрытых лесопарковых ландшафтов стандартными сеянцами, полуоткрытых – с куртинно-групповым размещением крупномерных саженцев значительно обогатит породный состав лесов зеленых зон, повысит их эстетический облик и рекреационную емкость. Однако сводить всю перспективу рекреационной деятельности лишь к расширению и благоустройству было бы односторонним. Освоению Южного Урала в рекреационном отношении способствовали не одни массивы уникальных лесов, а их сочетание с комплексом водных, бальнеологических, спелеологических ресурсов, насыщенность лесов многообразием животного мира, лекарственных и технических видов растений. В этой связи представляется целесообразным рассмотреть их более подробно.

Немаловажное преимущество лесных территорий как объектов рекреации заключается в том, что в них сочетаются как возможности ознакомления с животным миром и удовлетворения потребности человека от общения с жизнью леса, так и свободного собирательства, несущего большое эмоционально-эстетическое начало, а также спортивной охоты. Возможности в этом плане, хотя и небезграничны, но достаточно обширны, чтобы удовлетворить спрос рекреантов. Обусловлено это тем, как было отмечено в предыдущих главах, само географическое положение территории республики, выдвинутость лесистого и горного Башкирского Южного Урала на юг в пределы степной и лесостепной зон создали здесь большое разнообразие природной обстановки и, следовательно, условий для обитания многочисленных охотничье-промысловых видов зверей и птиц,

свойственных различным природным и растительным зонам: лесной, лесостепной, степной и горным поясам.

В системе рекреационного лесопользования значительную роль играют водные ресурсы. Водные ресурсы Южного Урала весьма разнообразны, потенциальные запасы их значительны. Многочисленные естественные водоемы общей площадью свыше 130 тыс. га, искусственные водохранилища и пруды способствуют повышению лесорекреационной активности населения и интенсификации рекреационного лесопользования.

Следует отметить, что использование разносторонних рекреационных ресурсов региона, в отличие от однофакторно развитых рекреационных областей (морское побережье, горный туризм), тесно связано с его социально-экономическим развитием. Башкирия среди 73 крупных промышленных регионов (республик, областей и крупнейших городов) занимает седьмое место в Федерации по промышленному потенциалу и третье – по производству сельскохозяйственной продукции, а по уровню рекреационного лесопользования – 24. Связано это с тем, что из расположенных на территории республики крупнейших предприятий 97% находятся в ведении центральных министерств ведомств, игнорирующих развитие социальной инфраструктуры: использование национального дохода в Башкирии составляет 81,2% от общесоюзного уровня в расчете на душу населения, в то время как показатель произведенного дохода превышает среднероссийский уровень на 12%.

Рациональное размещение производительных сил, всесторонне отражающее интересы региона, стимулирующее развитие его социальной структуры и обеспечивающее занятость населения – непреложное условие эффективного использования рекреационных ресурсов.

ЛИТЕРАТУРА

Абдрахманов Р.Ф., Попов В.Г. Минеральные лечебные воды Башкортостана. Уфа: Гилем. 1999. 298 с.

Абдулов М.Х. Комплексное использование недревесной продукции леса. Уфа: Изд-во БашГАУ, 1990. 98 с.

Абышев А.З., Журкович И.К., Агаев Э.М.,.Абдулла-заде А.А, Гусейнов А.Б.. Методы стандартизации качества бетулинола и его лекарственных форм. Хим.-фарм. журнал. 2006. Т. 40. № 1.

Авторское свидетельство СССР N 726163. Композиция ингредиентов для горькой настойки-бальзама «Сибирь». Кл. C22G3/06. Опубл. 05.04.80.

Агроклиматические ресурсы Башкирской АССР / Под. ред. Кузнецова В.В. Л.: Гидрометеоиздат, 1976. 234 с.

Азин Л.А., Аникина Е.В.. Изучение плодов жимолости синей Среднего Урала в связи с возможностью их использования в пищевой промышленности. Вопросы качества и хранения пищевых продуктов: Сборник научных трудов. Свердловск. 1988. с. 31-32.

Андреев Н.Г. Луговое и полевое кормопроизводство. 3-е изд. М.: Агропромиздат, 1989. 540 с.

Аскаров Д.Г., Хисамов Р.Р. Ресурсы побочной продукции в лесах северо-восточной лесостепи Башкортостана. В сб. научных трудов по материалам конференции посвященной 20-летнему юбилею лесохозяйственного факультета и 70-летию Башкирского государственного аграрного университета. Уфа: БГАУ, 2000. С.57-58.

Атлас Республики Башкортостан. 2007. 632 с.

Атлас туристических ресурсов Республики Башкортостан: ГУП РБ Уфимский полиграфкомбинат, 2007. 276 с.

Байков Г.К., Изгин Н.Ю.. Содержание витамина С в плодах шиповника Дикорастущие и интродуцируемые полезные растения в Башкирии. Вып. 1. Уфа: БФАН СССР. 1961. С. 188-194.

Байков Г.К., Филиппов В.Р. Распространение дикорастущих плодово-ягодных растений в долинах некоторых горных рек Южного Урала Дикорастущие полезные растения в Башкирии. Уфа: БФАН СССР, 1976. С. 121-130.

Байков Г.К.. Дикорастущие плодово-ягодные и витаминоносные растения горного участка долины р. Инзер – В кн.: Дикорастущие и интродуцируемые полезные растения в Башкирии. Уфа: БФАН СССР. 1974. Вып. 4. С. 115-125.

Байков Г.К.. Дикорастущие плодово-ягодные растения северо-восточных районов Башкирии как сырье для пищевой и витаминной промышленности Дикорастущие и интродуцируемые полезные растения в Башкирии. Уфа: БФАН СССР. 1961. Вып. 1. С. 175-187.

Байков Г.К.. Рациональное использование дикорастущих плодово-ягодных растений Башкирии. Проблемы развития производительных сил Башкирии. Уфа: Башкнигоиздат. 1969. С. 184-187.

Байтин А.А., Баранов Н.И., Герниц О. Основы лесоустройства. М.: Гослесбумиздат, 1950. 225 с.

Бакуридзе А.Д, Курцикидзе М.Ш., Писарев В.И., Махарадзе Р.В., Берашвили Д.Г.. Иммуномодуляторы растительного происхождения. Хим.-фарм. журнал. 1993. Т. 27. № 8. С. 43-47.

Балков В.А. Водные ресурсы Башкирии. Уфа: Башкнигоиздат, 1978. 176 с.

Бахтизин Н.Р. Угодья сельскохозяйственные. Башкортостан. Краткая энциклопедия. Уфа: науч. Изд-во «Башкирская энциклопедия», 1996. С. 581.

Башкортостан: Краткая энциклопедия. Уфа: Научн. изд-во «Башкирская энциклопедия», 1996. С. 25-27

Биглов Н.Х. Дикорастущие плоды и ягоды – В кн.: Дары леса. Уфа: Башк. кн. изд-во. 1988. С. 22-39.

Блинов В.П., Громова Э.Г. Современные лекарственные препараты. СПБ; Питер Пресс, 1997. 152 с.

Бодруг М.В., Петров Г.Я. Некоторые химические данные о составе эфирного масла из дикорастущих видов *Salvia* L. в Молдавии. Раст. ресурсы. 1970. Т. 6. Вып. 2. С. 25 – 55.

Большаков, А. Н.; Кожурин С. И. Перспективы недревесной продукции в свете комплексного использования лесных ресурсов Костромской области. Ч. 1. Сб. науч. тр. молодых ученых КГТУ. 2000. № 5. С. 162-164.

Ботенков В. П., Гукова А. А., Бондарева Т. А., Паутяк В. Г.,Сильченко А. Ф. Ресурсный потенциал лекарственных, пищевых и технических растений в лесах Восточной Сибири. Охрана лесов от пожаров, лесовосстановление и лесопользование: Сборник научных статей. ВНИИПОМлесхоз, 2003.С. 392-400, 430.

Бромштейн А.Л., Лобанова Л.В., Векслер Т.Б. Разработка отечественных противоопухолевых препаратов на основе биологически активных веществ сульфатного мыла. Тез. докладов Совещания «Лесохимия и органически синтез». Сыктывкар, 1994. С. 34.

Булатова М.С., Перетягина А.Д. Изменение температуры почвы на разноориентированных склонах в теплое время года. Вопросы физической географии Урала. Вып.2. Пермь: Изд-во Пермского ун-та, 1975. С. 108-111.

Сало В.М. Зеленые друзья человека. М.: Наука. 1975. 272 с.

Вереха П.Н. Статистический лесохозяйственный атлас Европейской России; 1878. 132 с.

Верещагин В.И., Соболевская К.А., Якубова А.И. Полезные растения Западной Сибири. АН СССР. М.; Л.. 1959. 348 с.

Вигоров Л.И. Уральские плоды и ягоды, витамины, здоровье. Свердловск: Ср. Ур. кн. изд-во. 1964. 80 с.

Вигоров Л.И. Катехины яблок. Фенольные соединения и их биологические функции. М.. 1968. С. 202-208.

Вигоров Л.И. Биоактивные вещества ягод земляники. Культура земляники в СССР. М., 1972. С. 14-17.

Власов В.Н. Медосбор с липы. Пчеловодство, 1978, № 7. С. 18-19.

Воейков А.И. Воздействие человека на природу. Изд. 2. М. 1963. 127 с.

Вомперский С.Э. Биологические основы эффективности лесоосушения. М.: Наука, 1968. 312 с.

Габитов Х.Ш. Лесная и деревообрабатывающая промышленность. Краткая Энциклопедия. Уфа: науч. Изд-во «Башкирская энциклопедия», 1996. с. 372.

Гаделева И.А., Никитина А.А., Зайнуллин Р.А., Хасанов Р.Р., Хисамов Р.Р. Новые сорта диетического хлеба с нетрадиционными растительными добавками. Научное и экологическое обеспечение современных технологий. Материалы IV Республиканской студенческой научно-практической конференции. Уфа: Уфимск.гос. академия экономики и сервиса, 2007. С. 10-11.

Гарибова Л.В. В царстве грибов. М.: Издательский Дом "Прибой", 1998. 204 с.

Галеева А.Х.. Дикорастущие лекарственные растения в некоторых районах Башкирского Предуралья и вопросы их рационального использования. Полезные растения дикой флоры Башкирии и пути их рационального использования. Уфа: БФАН СССР. 1979. С. 58-66.

Герасименко Н.М., Король А.Н., Пиханова С.А., Гочачко С.Е. Исследование рынка недревесных продуктов леса юга Дальнего Востока. Практический маркетинг. 2003. № 4 (74). С. 17 – 25.

Гидзюк И.К. Жимолость со съедобными плодами. Томск: 1981. 168 с.

Гимкан А.В. Хозяйственная оценка сортов шиповника в условиях ЦЧР: Автореф. дис. канд. с.-х. наук, Мичуринск, 2001. 24 с.

Глухов М. М. Медоносные растения. 6-е изд. М.: Сельхозгиз, 1955, 512 с.

Гоненко В.А., Голотин В.Г.. Антиокислительная способность спиртовых настоев из некоторых растений. Валеология. 1996. № 3. С. 134-136.

Гордиенко, В. А. Лесные богатства Кубани и их использование. Краснодар, 2000. 511 с.

Горчаковский П.Л. Основные проблемы исторической фитогеографии Урала. Труды ин-та экологии растений и животных. Урал. фил. АН СССР, вып.66. Свердловск, изд-во УФАН СССР. 1969.

Горчаковский П.Л. Широколиственные леса и их место в растительном покрове Южного Урала. М.: Наука, 1972. С. 9-110.

Государственный доклад о состоянии окружающей природной среды в Республике Башкортостан в 2008 году. Уфа: 2008. 38-40 с.

Государственный доклад о состоянии окружающей природной среды в Республике Башкортостан в 2011 году. Уфа: 2012. 258 с.

Грешневиков А.Н., В.Ф. Протасов. Проблемы экологической безопасности России. Право и безопасность, 2005, № 3 (16).

Гуль Л. П. Исследования по использованию лесных недревесных ресурсов в Дальневосточном НИИ лесного хозяйства. Лесные биологически активные ресурсы (березовый сок, живица, эфирные масла, пищевые, технические и лекарственные растения): Материалы Международного семинара, Хабаровск, 19-21 сент., 2001. Хабаровск. С. 36-38.

Гроссгейман А.А. Растительные ресурсы Кавказа. Баку, изд-во АН АзССР.

Давидов Г.М. Расчет выхода березового сока по таксационной характеристике древостоя. Лесн. журн., 1979. №1. С. 116-117.

Давидов Г.М. Таксационное строение, рост, продуктивность и рациональное использование березняков Ленинградской области: Автореф. дис. канд. с.-х. наук Л., 1976. 18 с.

Дементьева Н.Н., Российская Г.И. Анализ сесквитерпеновых лактонов девясила в препарате антигепатотоксического действия. Науч. тр. ВНИИ фармации. 1991. Т. 29. С. 178-183.

Дорофеев А.Н., Акимов Ю.А., Грига И.В. Антиоксиданты растительного происхождения: распространение, свойства, возможные области применения. 4 Конф. «Биоантиоксидант». М.: 2-4 июня 1992.: Тез. докл. Т. 1. М. 1993. С. 16-17.

Егоров В.И.. Рациональное использование дикорастущих плодов, ягод и орехов. М.: Лесная промышленность. 1969. 96 с.

Егоров И.А., Родопуло А.К.. Химия и биохимия коньячного производства. М.: Агропромиздат. 1988. 193 с.

Ермолаева Г.А. Влияние сырья на качество напитков. Пиво и напитки. 2005. № 1. С. 54-55.

Ефимова Н.А., Зубенок Л.И. Радиационный и тепловой баланс Урала. Проблемы физической географии Урала. Т. 18. Отд. Географический. М.: Изд-во МГУ, 1966. С. 134-142.

Ефремов С.П. Естественное заселение осушенных болот лесной зоны Западной Сибири. М.: Наука, 1972. 156 с.

Жилинский И.И. Сельскохозяйственные гидротехнические работы. Спб., 1908. С. 23, 216.

Жученко А.А. Продовольственная безопасность России в XXI веке (пути оптимизации системы «здоровье – питание – ресурсы»). Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Уфа: ГНУ БашНИИСХ, 2009. С. 5-39.

Зайнуллин Р.А., Ихсанов И.Р., Хисамов Р.Р. Зоогенные ресурсы леса. – учебн. пособ.- Уфа, 2004. С.183.

Зайнуллин Р.А., Хисамов Р.Р., Абдуллин Р.Р., Сагитов Б.Н. Танниды свойства и применение. БашГАУ. Уфа, 2006. С. 101.

Зайнуллин Р.А., Хисамов Р.Р., Абдуллин Р.Р., Юсупов А.А., Ихсанов И.Р. Лесные плоды и растения в производстве продуктов питания. Уфа: Изд-во АН РБ, 2006. 309 с.

Зайнуллин Р.А., Хисамов Р.Р., Фахретдинов И.Р. Лекарственные растения в ликероводочном производстве Уфа: Гилем, 2006. 255 с.

Зайнуллин Р.А., Хисамов Р.Р., Ихсанов И.Р., Файрузов Р.Г. Грибы (пищевое и медицинское применение) Уфа: Изд-во БашГАУ, 2007. 146 с.

Зарипов Р. А., Гусманов У. Г. Экономические аспекты стабилизации отрасли пчеловодства Республики Башкортостан. Материалы

республиканской научно-практической конференции «Современные научные и практические проблемы животноводства, ветеринарной медицины и перспективы их решения. Уфа, 1999. С. 190-193.

Зарипов Р.А., Хисамов Р.Р., Аскаров Д.Г. Состояние кормовой базы пчеловодства в зоне Белебеевской возвышенности. Материалы докладов научно-практической конференции «Западный регион Башкортостана: состояние и пути развития», Уфа, 1999. С. 172-180.

Зарудий Ф.А., Толстиков Г.А., Комиссарова Н.Г., Мифтахов М.С.. Масло калины – стимулятор репаративной регенерации. Лечение внутри и околосустав. повреждений: Мед. катастроф.: Тр. 4 Респ. науч.-практ. конф. Уфа: Башк. гос. мед. ин-т. 1991. С. 134-135.

Захаренков А.С. Недревесные ресурсы леса юга Дальнего Востока: основы оптимизации управления и использования. Автореферат дисс. канд. с.-х. наук. Уссурийск, 2003. 24 с.

Заявка 2000114653 Россия. Винный ароматизатор. МКИ6 C12G3/06. Опубл. 27.01.03.

Заявка 2001101138 Россия. Зефир. МКИ7 A23G3/00. Опубл. 10.03.03.

Заявка 2003116504 Россия. МКИ 6 C12G3/06. Водка особая «Союз-Виктан на березовых почках». Опубл. 10.12.04.

Заявка 2064491 Россия. Композиция ингредиентов для ликера «Скиф». МКИ6 C12G3/06. Опубл. 07.27.96.

Заявка 2097417 Россия. МКИ 6 C12G3/06 Винный напиток «Черемуха на коньяке». Опубл. 27.11. 97.

Заявка 2136729 Россия. МКИ 6 C12G3/04. Ликер «Саяны». Опубл. 10.09.99.

Заявка 2314451/13 Россия. МКИ 6 C12G3/06. Композиция для горькой настойки-бальзама «Уссурийский». Опубл. 27.10.96.

Заявка 2314451/13 Россия. МКИ 6 C12G3/06. Композиция для горькой настойки-бальзама «Уссурийский». Опубл. 27.10.96.

Заявка 93013454/13 Россия. МКИ 6 С 12 G 3/06. Бальзам «Люкс». Опубл. 10.11.96.

Заявка 93013454/13 Россия. МКИ 6 С 12 G 3/06. Бальзам «Люкс». Опубл. 10.11.96., Патент 2250251 Россия. МКИ 6 С12G3/06. Винный напиток «Арктический». Опубл. 20.04.05.

Заявка 93013455/13 Россия. Бальзам «Нептун». МКИ 6 С12G3/06. Опубл. 10.11.96.

Заявка 93037201 Россия. Композиция ингредиентов для бальзама «Черная роза». МКИ 6 С12G3/06. Опубл. 27.12.95.

Заявка 95113742/13 Россия. Винный напиток «Черемуха на коньяке». МКИ 6 С12G3/06. Опубл. 10.08.97.

Заявка 95114306/13 Россия. Фитобальзам «Надежда». МКИ6 С12G3/06. Опубл. 10.08.97.

Заявка 97102269 Россия. Композиция ингредиентов для бальзама «Енисей». МКИ 6 С12G3/06. Опубл. 10.05.99.

Зигангиров А.М. Выявление дикорастущих садов, лесосадов и грибных плантаций в гослесфонде и определение их продуктивности.(рекомендации) ВНИИЛМ, 1975. 15 с.

Зябченко С.С, Белоногова Т.В., Зайцева Н.Л. Недревесные ресурсы лесной зоны, их использование и проблемы изучения. Раст. ресурсы, 1992, т. 28 вып. 1. С. 3-12.

Ибрагимов И.А., Рябчинский А.Е., Попов Г.В., Гатауллин Э.И. Лесные медоносы и пчеловодство. – В кн.: Система рекомендаций по ведению лесного хозяйства в Башкирской АССР. Уфа: Башк. кн. изд-во, 1976. С. 264-272.

Иванов С.А. Энциклопедия домашнего консервирования. Самара: Самарский дом печати. 1994. 368 с.

Измоденов А.Г. Продовольственные растения лесов Дальнего Востока и проблемы их рационального использования. Автореферат дисс. Д-ра с.-х. наук. Хабаровск, 1997. 58 с.

Ильин М.М. Общие вопросы изучения сырьевых растений. Методика полевого изучения сырьевых растений. М.-Л., 1948. С. 8-24.

Иойриш Н.П. Продукты пчеловодства и их использование. М., 1976. 126 с.

Карпинский А. П. Месторождения полезных ископаемых на Урале. 1881. 189 с.

Кауричев И.С., Панов Н.П., Розов Н.Н. и др. Почвоведение. М.: Агропромиздат, 1989. 719 с.

Керн Э.Э. Очерки по лесоводству. М. : Новая деревня, 1925. 221 с.

Клобукова-Алисова Е.Н. Дикорастущие полезные и вредные растения Башкирии. Т.1. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1958. 244 с.

Клобукова-Алисова Е.Н. Дикорастущие полезные и вредные растения Башкирии. Т.2. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1960. 248 с.

Клишко, А. В. Экономическая оценка направлений использования вторичных древесных ресурсовпредприятий лесного комплекса. Автореф. дис. канд. экон. наук. СПб., 2003. 22 с.

Ковалев А.М. Медоносные ресурсы и развитие пчеловодства в центральных районах СССР. Сельхозгиз, М., 1959. 307 с.

Ковалев Н.А., Положий А.В.. Черемуха обыкновенная. Атлас ареалов и ресурсов лекарственных растений СССР. М.: ГУГК. 1976. С. 325.

Козьяков С.Н. Ход роста липняков по типам леса в Башкирской АССР. Тр. Баш. СХИ, 1963, т.11, ч.1, С. 64-67.

Колесникова Р. Д., Тагильцев Ю. Г., Нечаев А. А., Цюпко В. А., Орлов А. М. Недревесные ресурсы Дальнего Востока - важные источники биологически активных веществ. Лесные биологически активные ресурсы (березовый сок, живица, эфирные масла,пищевые, технические и лекарственные растения): Материалы Международного семинара, Хабаровск, 19-21 сент., 2001. С. 38-40.

Коломиец Н.Э., Ефимов С.Н.. Антимутагенные свойства растений рода хвощ. Фармация. 2005. № 5.

Коломиец Н.Э., Михалева Л.К., Шейкин В.В.. Гепатопротекторные свойства хвоща полевого. Фармация. 2005. № 4.

Компанцев Н.Н., Бабаджанов С.Н., Крыженков А.Н.. Исследование антигельминтных свойств эфирных масел некоторых полыней Средней Азии и Казахстана. Труды научно-практической конференции по проблемам гельминтологии. Самарканд. 1983. С. 5 - 2.

Коровка Л.С., Шумилов Д.П.. Антианемическое действие растительно-солевых приправ на основе дикорастущих съедобных растений. Пермь: Перм. гос. мед. ун-т. 1992. 11 с.

Коростелев А.С., Залесов С.В., Годовалов Г.А. Недревесная продукция леса: Учебник. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2004. 387 с.

Котов А.Г., Хворост П.П., Комиссаренко Н.Д.. Девясил высокий и его биологически активные вещества. Новые лекарств. препараты из раст. Сибири и Дал. Вост. Тез. Всес. конф. Вып. 2. Томск. 1989. с. 87.

Кощеев А.К. Дикорастущие съедобные растения в нашем питании. – М.: Пищевая пром-сть, 1980. 256 с.

Кощеев А.К. Дикорастущие съедобные растения в нашем питании. М.: Пищевая промышленность. 1981. 252 с.

Красная книга Башкирской АССР. Редкие растения и животные. Проблемы их охраны. 2-е изд., перераб. Уфа: Башк. кн. изд-во, 1987.с.105.

Круглякова Г.В. Заготовки, хранение и переработка дикорастущих ягод и грибов. 2-е изд. М.: Экономика, 1990. 159 с.

Кулагин А.Ю. и др. Водоохранно-защитные леса Уфимского плато: экология, синтаксономия и природоохранная значимость. Уфа: Гилем, 2007. 448 с.

Кунакова Р.В., Гайдеров А.Г., Фахретдинов И.Р., Фархиева И.Т., Хисамов Р.Р., Зайнуллин Р.А., Еркеев А.Н., Акманов Б.Ф. Новые сорта хлеба с функциональными добавками Инновации и перспективы сервиса: Сборник научных статей Международной научно-технической конференции, 18

декабря 2007 г.- Уфа: Уфимск. гос. Академия экономики и сервиса. 2007. С. 207-211.

Курлович, Л. Е. Ресурсы основных видов пищевых растений в Сибири и на Дальнем Востоке. Лесные биологически активные ресурсы (березовый сок, живица, эфирные масла,пищевые, технические и лекарственные растения): Материалы Международного семинара, Хабаровск, 19-21 сент., 2001. С. 25-30.

Курнаев С.В. Основные типы леса Средней части Русской Равнины. М.: Наука, 1968. 354 с.

Кучеров Е. В., Лазарева Д.Н., Десяткин В.К. и др. Дикорастущие лекарственные растения Башкирии. 3-е изд. Уфа: Башкнигоиздат, 1975. 320 с.

Кучеров Е.В. Дикорастущие пищевые растения и съедобные грибы в Республике Башкортостан и их использование. Уфа: Гилем. 2004. 192 с.

Кучеров Е.В. Связь между растительными группировками и основными почвенными разностями Башкирского Зауралья. Материалы по классификации растительности Урала. Свердловск. 1959. С. 5-10.

Кучеров Е.В. Дикорастущие пищевые растения Башкирии и их использование. Уфа, 1990. 160 с.

Кучеров Е.В. Лекарственная флора Башкирская АССР – возможности использования, перспективы и организация охраны зарослей В кн.: Ресурсы дикорастущих лекарственных растений СССР. М.: Изд-во ВИЛР. 1975. Вып. 3. С. 62-66.

Кучеров Е.В. Материалы по изучению биологии и охране растений в республике Башкортостан. Проблемы сохранения и восстановления степных экосистем. Оренбург, 1999. С. 83-84.

Кучеров Е.В. Ресурсы и интродукция полезных растений в Башкирии. – М.: Наука, 1979. 263 с.

Кучеров Е.В., Амирханова С.Н. О кормовых качествах крапивы. произрастающей в Башкирии. Десятая конференция по химизации сельского хозяйства. Оренбург, 1969. С. 46-48.

Кучеров Е.В., Байков Г.К., Гуфранова И.Б., Полезные растения Южного Урала. М.: Наука. 1976. 264 с.

Кучеров Е.В., Галеева А.Х.. Ресурсы основных видов дикорастущих лекарственных растений в Башкирии. Уфа: БФАН СССР. 1991. 160 с.

Кучеров Е.В., Гуфранова И.Б.. Распространение и ресурсы лекарственных растений в междуречье Камы, Белой и Уфы на северо-западе Башкирии. Дикорастущие и интродуцируемые полезные растения в Башкирии. Уфа: БФАН СССР. 1971. Вып. 3. С. 7-49.

Кучеров Е.В., Кудряшов И.К., Максютов Ф.А.. Памятники природы Башкирии. Уфа: Башк. кн. изд-во. 1974. 365 с.

Кучеров Е.В., Мулдашев А.А., Галеева А.Х.. Ботанические памятники природы Башкирии. Уфа: БНЦ АН СССР. 1991. 144 с.

Кучеров Е.В., Ряхова Д.К., Гуфранова И.Б., Биология многолетних и однолетних лекарственных растений в лесостепи Башкирского Предуралья. – В кн.: Дикорастущие и интродуцируемые полезные растения в Башкирии. Казань: Изд-во Казан. Ун-та, 1968, вып. 2. С. 90 -110.

Кучеров Е.В., Сираева С.М. Из опыта феноиндикации в пчеловодстве Башкирии. – В кн.: IV Межведомственное совещание по фенологическому прогнозированию. Л.: Географ. О-во СССР, 1977. С. 64-65.

Кучеров Е.В., Сираева С.М. Медоносные растения Башкирии. – М.: Наука, 1980. 128 с.

Кучеров Е.В., Хисамов Р.Р.. Недревесные ресурсы леса. Уфа: БГАУ. 2005. 200 с.

Кучеров Е.В.. Дикорастущие пищевые растения и съедобные грибы в Республике Башкортостан и их использование. Уфа: Гилем. 2004. 192 с.

Ларина И.В., Агабабян Ш.М. и др. Кормовые растения сенокосов и пастбищ СССР. М.-Л.: Сельхозгиз, 1951. Т.2. 948 с.

Леса Башкортостана. Коллектив авторов (под ред.. Хайретдинова А.Ф. - Уфа. ОГУПР РФ, БГАУ, 2004, 400 с.

Леса России. Всероссийский научно-исследовательский институт лесоводство и механизации лесного хозяйства. Пушкино, 2002. 26-28 с.

Лесная энциклопедия. 1 т. Гл. ред. Воробьев Г.И.; Ред. кол.: Анучин Н.А., Атрохин В.Г., Виноградов В.Н. и др. М.: Сов. Энциклопедия, 1985. С. 503

Лесной кодекс Российской Федерации, 2006 г.

Лесной план Республики Башкортостан, 2008 г.

Максютов Ф.А. Барьерный эффект гор и ландшафты Южного Урала и Предуралья. Вопросы физической географии и геоморфологии Урала и сопредельных территорий. Вып.68. №5. Уфа: Изд-во Башк. ун-та, 1974. С.18-37.

Мамаев С.А., Семериков Л.Ф., Махиев А.К. О популяционном подходе в лесоводстве. Лесоведение, 1988, № 1

Мамбетсадыков М.Б., Матыев Э.С., Орозов М.А., Варваштян В.М., Джумагулова З.С., Сужанло Х.М.. Химический состав и фармакологические свойства эфирного масла можжевельника обыкновенного. Хим.-фарм. журн. 1990. Т. 24. № 9. С. 59-60.

Медведев П.Ф. Пищевые растения СССР. Растительное сырье СССР: В 2 т. М.; Л., 1957. С. 5-151.

Методика определения запасов дикорастущих ягод (семейства брусничных) и грибов при лесоустройстве в центральной части подзоны южной тайги и северной подзоны смешанных лесов Европейской территории РСФСР (для опытно-производствен. проверки). М., 1990. 28 с.

Методика определения запасов лекарственных растений. М.: ЦБНТИ Гослесхоза СССР, 1986. 40 с.

Методика полевых исследований при таксации ресурсов и изучение особенностей развития дикорастущих полевых пищевых и лекарственных растений. Красноярск, 1991. 36 с.

Минаева В.Г.. Лекарственные растения Сибири. Новосибирск: Наука. 1991. 431 с.

Минц М.И. Методические основы формирования норм и нормативов для планирования охраны окружающей среды. Киев. изд-во "Знание", 1983. 14 с.

Миркин Б.М,. Наумова Л.Г. Грибы Башкирии. Уфа, 1979. 126 с.

Михеев В.А., Кучеров Е.В., Федорако Б.И.Кормовые ресурсы лесов Южного Урала. Вопросы рационального использования растительных ресурсов Южного Урала. Уфа, 1963. С. 18-20.

Моисеев Н.А. Воспроизводство лесных ресурсов. М.: Лесн. Пром-сть, 1980. 264 с.

Моисеев Н.А.. Ресурсы лесные. Лесная энциклопедия. М. изд-во «Советская энциклопедия». 1986. 309 с.

Мурахтанов Е.С. Основы организации комплексного хозяйства в липняках Средней Волги. Л.: Изд-во ЛГУ, 1972. 302 с.

Мухаметшина В.С.,.Плеханова Т.И, Хайретдинов С.С.. Запасы сырья лекарственных растений в южных районах Башкирии. Растительные ресурсы. 1989. Т. 25. № 2. С. 166-172

Мушинская Н.И. Клен остролистный и липа мелколистная – ценные лесные медоносы Башкирии. – В кн.: Охрана и рациональное использование биологических ресурсов Урала. 1. Дикорастущая флора и растительность. Свердловск: УНЦ, 1978. с.40-41.

Наставления по повышению продуктивности лесных съедобных грибов и оценке их ресурсов. Гомель, 1992. 44 с.

Науменко З.М., Ладинская С.И. Кормовые ресурсы леса. М.; Агропромиздат, 1990. 192 с.

Никишов В.Д. Комплексное использование древесины. М.; Лесн. пром-ть, 1985. 256 с.

Невидомов А. М.; Петухов, Н. В. К вопросу о состоянии и перспективе усовершенствования методик учета лесных пищевых, технических и лекарственных растений. Лесные биологически активные ресурсы (березовый сок, живица, эфирные масла, пищевые, технические и

лекарственные растения): Материалы Международного семинара, Хабаровск, 19-21 сент., 2001. С. 41-44.

Никитенко Е. Б. Сущность и содержание понятийного аппарата недревесных ресурсов леса. Лесной комплекс региона: теория и практика: Сборник научных трудов. Байкал.гос. ун-т экон. и права. Иркутск, 2003. С. 12-19.

Никитин Н.И., Набиуллин Р.Б., Никитин П.И., Хисамов Р.Р., Сабирзянов И.Г., Ихсанов И.Р. Защитные лесные насаждения на лесоаграрных ландшафтах. Пенза, 2002. С. 287-290.

Никитина В.С., Шендель Г.В., Герчиков А.Я., Ефименко Н.Б. Флавоноиды листьев малины и ежевики и их антиоксидантная активность. Хим.-фарм. журн. 2000. Т. 34, № 11. С. 25-27.

Никитина В.С., Шендель Г.В, Герчиков А.Я., Ефименко Н.Б.. Флавоноиды листьев малины и ежевики и их антиоксидантная активность. Хим.-фарм. журн. 2000. Т. 34, № 11. С. 25-27.

Никонова Л.П., Синицина В.Г., Никонов Г.К.. Местообитания и химический состав корней девясила большого. Современные проблемы фармации. Алма-Ата. 1989. С. 54-60.

Носова Л.И., Кучеров Е.В. Материалы о распространении и возможностях использования медуницы в Башкирии. – В кн.: Охрана и рациональное использование биологических ресурсов Урала. 1. Дико-растущая флора и растительность. Свердловск: УНЦ, 1978. С. 49-50.

Обозов Н.А. Организация побочных пользований и специализированных хозяйств. М.: Лесн. пром-сть, 1974. 256 с.

Овчинников Ю.А..Биоорганическая химия. М.: Просвещение.1987. 815 с.

Омуркамзинова В.Б., Бейсекова Г.Т. Полифенолы травы эфедры двухколосковой Соврем. пробл. фармации. Алма-Ата. 1989. С. 72-74.

Орлов И.И., Рябчук В.П. Березовый сок. М.: Лесн. пром-сть, 1982. 566 с.

Осипов, К. И.Растительные ресурсы в лесах Западного Забайкалья (Бурятия). Лесные биологически активные ресурсы (березовый сок, живица,

эфирные масла, пищевые, технические и лекарственные растения): Материалы Международного семинара, Хабаровск, 19-21 сент., 2001. С. 96-99.

Основные положения по осуществлению побочных пользований в лесах Российской Федеоации. М. 1994. 40 с.

Острошенко В.В. Недревесные ресурсы центрального Приохотья. Лесные биологически активные ресурсы (березовый сок, живица, эфирные масла, пищевые, технические и лекарственные растения). Материалы Международного семинара, Хабаровск, 19-21 сент., 2001. С. 84-87.

Павлов Н.В. Дикие полезные и технические растения СССР. 1942. 324 с.

Павлов Н.В. Растительное сырье Казахстана. М., изд-во АН СССР. 1947. 552 с.

Панкова И.А. Травянистые С-витаминосы. Тр. Ботан. Ин-та АН СССР, сер. 5, Растительное сырье. 1949, Вып.2. С. 292-478.

Патент 2250254 Россия. МКИ 6 C12G3/06. Бальзам «Ломоносовский». Опубл. 20.04.05.

Патент 2000114652 Россия. МКИ 6 C12G3/06. Плодово-ягодный винный напиток. Опубл. 10.09.02.

Патент 2031105 Россия. Горькая настойка «Эней». МКИ6 C12G3/06. Опубл. 20.03.95.

Патент РФ № 2074867. Способ получения бетулина. Кузнецов Б.Н., Ленданский В.А., Шилкина Т.А., Репях С.М.

Патент 2031105 Россия. Горькая настойка «Эней». МКИ6 C12G3/06. Опубл. 20.03.95.

Патент 2031931 Россия. Водка особая «Александровская». МКИ6 C12G3/08. Опубл. 27.03.95.

Патент 2035531 Россия. МКИ6 C12G3/06. Водка «Петровский завод». Опубл. 20.05.95.

Патент 2041933 Россия. МКИ6 C12G3/06. Горькая настойка «Барская». Опубл. 20.08.95

Патент 2041934 Россия. Настойка полусладкая «Букет Башкирии». МКИ6 С12G3/06. Опубл. 20.08.95.

Патент 2044040 Россия. МКИ6 С 12G3/06. Горькая настойка «Калужская престижная». Опубл. 20.09.95.

Патент 2044768 Россия. МКИ 6 С12G3/06. Горькая настойка «Беркут». Опубл. 27.09.95.

Патент 2086633 Россия. МКИ 6 С12G3/08. Водка «Особая смородиновая». Опубл. 10.08.97.

Патент 2102449 Россия. Композиция ингредиентов для ликера «Очарование». МКИ 6 С12G3/04. Опубл. 20.01.98.

Патент 2107718 Россия. Композиция ингредиентов для бальзама «Снежный барс». МКИ 6 С12G3/06. Опубл. 27.03.98.

Патент 2109047 Россия. МКИ 6 С12G123/06. Настойка сладкая «Клюква на коньяке». Опубл. 20.04.98.

Патент 2111239 Россия. Композиция ингредиентов для бальзама «Ноэль». МКИ6 С12G3/06. Опубл. 20.05.98.

Патент 2112795 России. Водка особая «Казак России». МКИ6 С12G3/06. Опубл. 06.10.98.

Патент 2115717 Россия. Водка особая «Батя». МКИ6 С12G3/06. Опубл. 12.10.98.

Патент 2128217 Россия. Водка особая «Старая крепость». МКИ 6 С12G3/06. Опубл. 27.03.99.

Патент 2139336 Россия. Водка особая «Лужковская рыбацкая». МКИ 6 С12G3/06. Опубл. 10.10. 99.

Патент 2230107 Россия. МКИ 6 С12G3.06. Водка «Таежная». Опубл. 10.06. 04

Патент 2233873 Россия. Композиция ингредиентов для горькой настойки крепкой абсент «Винсент Ван Гог премиум». МКИ6 С12G3/06. Опубл. 10.08.04.

Патент 2239652 Россия. Водка «Трио». МКИ 7 C12G3/06. Опубл. 10.11.2004.

Патент 2243707 Россия. Концентрированная основа (бальзам) «Бриз». МКИ7 A23L2/385. Опубл. 10.01.05.

Патент 2270239 Россия. МКИ 6 C12G3/06. Способ производства настойки горькой «Абсентъ», настойка горькая «Абсентъ». Опубл. 20.02.06.

Перевертайло И. И. К вопросу об использовании и восстановлении недревесных ресурсов леса на Дальнем Востоке. Лесные биологически активные ресурсы (березовый сок, живица, эфирные масла, пищевые, технические и лекарственные растения): Материалы Международного семинара, Хабаровск, 19-21 сент., 2001. С. 83-84.

Петков В.К. Современная фитотерапия. София: Медицина и физкультура. 1988. 504 с.

Петров Е.М. Башкирская бортевая пчела. – Уфа: Башк. кн. изд-во.1980 С. 61-84

Петров Е.М. Башкирская бортевая пчела. Уфа: Башк. кн. изд-во, 1970. С. 134.

Петров Е.М., Анферова В.Н. Кормовые ресурсы бортных пчел на Прибельском участке. Тр. Башк. гос. заповедника, 1963, вып. 2. С. 61-84.

Поздняков Л.К. Лесное ресурсоведение. Новосибирск; Наука, 1973, 120 с.

Поляков П.П.. Род *Artemisia* L. Полынь. В кн.: Флора СССР. М.; Л., 1961. С. 42 – 31.

Попов Г.В. Леса Башкирии. – Уфа, Башкир. Книжн. Изд-во, 1980. - 144 с.

Пронин М. И, Русанов Я. С. Человек. Лес, фауна. М.: Лесн. пром-сть, 1981. 326 с.

Пронченко Г.Е. Одуванчик Мед. помощь. 1993. № 3. С. 39-41.

Пчеловодство. М.: Сов. энциклопедия, 1991. 811с.

Радаев, А. Н. К построению имитационной модели динамики недревесных ресурсов. Леса Евразии - Белые ночи: Материалы 3

Международной конференции молодых ученых, посвященной 200-летию Высшего лесного образования в России и 200-летию Санкт-Петербургской лесотехнической академии, Москва, 23-29 июня, 2003. С. 71-72.

Рецептуры ликеров, наливок, пуншей, десертных напитков, настоек и инструкция по приготовлению полуфабрикатов к ним. М.: Пищепромиздат. 1962. 223 с.

Роллов А.Х. Дикорастущие растения Кавказа, их распространение, свойства и применение. Тифлис, 1908. 599 с.

Рябчинский А.Е. Лесной фонд. В кн.: Система рекомендаций по ведению лесного хозяйства в Башкирской АССР. Уфа: Башк. кн. изд-во, 1976. С. 19-40.

Рябчинский А.Е. Лесорастительное районирование Башкирской АССР Сб. трудов по лесн. Хоз-ву БашЛОС, Уфа, 1961. 213 с.

Ряхова Д.К., Кучеров Е.В. Дикорастущие горошки Башкирии. – В кн.: Интродукция полезных растений в Башкирии. Уфа: БФ АН СССР, 1976. С. 77-85.

Савельев А.Т., Смирняков Ю.И. Недревесная продукция леса. – М.: Лесн. Пром-сть, 1980. 200 с.

Савельев А.Т., Харузина М.К.. Контроль за качеством пищевых продуктов леса. М.: Агропромиздат. 1985. 160 с.

Саньков А.Н. Лекарственные травы Оренбуржья. Оренбургская государственная медицинская академия. Оренбург, 2001. 352 с.

Сапожникова С.А. Микроклимат и местный климат. Л.: Гидрометеоиздат, 1950. 242 с.

Сацыперова И.Ф. Борщевики флоры СССР – новые кормовые растения. Л.: Наука, 1984. 223 с.

Семенов А.А. Природные противоопухолевые соединения. Ташкент: Химия природных соединений, 1982. № 4.

Система рекомендаций по ведению лесного хозяйства в Башкирской АССР. Уфа, 1976. 376 с.

Скорикова Ю.Г., Шафтау Э.А.. Получение растительного красителя из отходов вишневосокового производства.– Сб. докладов КПИ за 1964 г. Ч. II. Краснодар. 1965. С. 11 – 18

Соколов П. А. Состояние и теоретические основы формирования липняков. Йошкар-Ола: Марийск. кн. изд-во, 1978. 206 с.

Сочава В.Б. Введение в учение об экосистемах. Новосибирск, 1978. 318 с.

Соколова Г. В. Возможность прогнозирования степени урожайности дикоросов в кедрово-широколиственных лесах. 4 Международная научно-практическая конференция "Интродукция нетрадиционныхи редких сельскохозяйственных растений", Ульяновск, 24-28 июня, 2002: Материалы конференции. с. 177-179. Ульяновск, 2002.

Судачков Е.Я. Бонитировка лесных местообитаний. Лес и почва. Красноярск, 1968. С. 26.

Сур С.В., Тулюна Ф.М., Толоч А.Я., Пересыпнина Т.Н.. ГЖХ-определение тимола и карвакрола в растительном сырье и настоях травы чабреца // Хим.-фарм. журнал. 1990. Т. 24. № 10. С. 69-71.

Сур С.В.. Газохроматографическое определение камфоры и 1,8-цинеола в растительном сырье и настоях шалфея *Salvia officinalis* L. Хим.-фарм. журн. 1991. Т. 25. № 4. С. 58-60.

Сурина Л.Н., Сурина М.И., Спиридонова И.Ф. Целебные растения тюменского края. Свердловск, 1974. 76 с.

Тагильцев, Ю. Г.; Колесникова, Р. Д.; Михайлов, В. И.; Поминов, В. Ф.; Коломыцев, В. М. Перспективные направления использования недревесных лесных ресурсов. Лесные биологически активные ресурсы (березовый сок, живица, эфирные масла, пищевые, технические и лекарственные растения): Материалы Международного семинара, Хабаровск, 19-21 сент., 2001. С. 352-356.

Тагильцев Ю. Г., Колесникова Р. Д., Горовой П. Г., Орлов А. М., Чугуевский В. А. Лесные растения Дальнего Востока - перспективные ресурсы новых природных лекарственных препаратов. Ботанические

исследования в азиатской России: Материалы 11 Съезда Русского ботанического общества, Новосибирск-Барнаул, 18-22 авг., 2003. С. 55-56.

Тайчинов С.Н., Бульчук П.Я. Природное и агропочвенное районирование Башкирской АССР. Ульяновск,1975. 160 с.

Тахаев Х.Я. Природные условия и ресурсы Башкирской АССР. Уфа: Башкнигоиздат, 1959. 294 с.

Телишевский Д.А. Сокровища леса. (Комплексное использование недревесной продукции леса). Львов. Изд-во «Вища школа», 1974. 488 с.

Телишевский ДА. Комплексное использование недревесной продукции леса. М.; Лесн. пром-сть, 1986. 261 с.

Телишевский Д.А., Козьяков С.Н. Лесное пчеловодство на научную основу. «Лесное пчеловодство», 1974. № 10.

Тлехас Г.И. Лекарственные растения Оренбургской области. Челябинск, 1974. 329 с.

Толстиков Г.А., Флехтер О.Б., Балтина Л.А., Шульц Э.Э. Бетулин и его производные. Химия и биологическая активность. Химия в интересах устойчивого развития. 2005. № 1. С. 1-30.

Трещевский Ю.И. Лесопользование в Воронежской области. Лесной журнал, 1988, № 1.

Трофимов Т.Т., Кийко Е.П. Облепиха. М.: Изд-воМГУ, 1997. 112с.

Тупыца Ю.Ю. Экономические проблемы комплексного использования и охраны лесных ресурсов. Львов.; Выща шк., 1976. 215 с.

Фаткуллин Р.А. Природные условия Башкортостана. Уфа, 1994. 176 с.

Фаткуллин Р.А. Природные ресурсы Республики Башкортостан и рациональное их использование. Уфа, 1996. С. 175.

Фахретдинов И.Р., Зарипов В.Ф., Ямалетдинова К.Ш., Фаткуллина Д.Ш., Чеснокова Т.А., Селиванец В.В.. Некоторые возможности повышения качества производства бальзамов. Материалы республ. науч.-практ. конф. «Окружающая среда и безопасность человека в современном мире». 14-16 дек. 2005. Уфа: Башк. гос. ун-т. 2006. С. 184-186.

Федорако Б.И. Особенности лесорастительных условий по агропочвенным районам Башкирской АССР. Природные условия районов Башкирии в повышении урожайности сельскохозяйственных культур. Уфа: Башкнигоиздат, 1955. С. 248-262.

Фильрозе Е.М., Рябчинский А.Е., Гладушко Г.М., Конашов А.В. Экология лесов Западной Башкирии. Свердловск: УрО АН СССР, 1990. 179 с.

Флоря В.Н. Источники биологически активных веществ в растениях местной флоры. Полезные свойства дикорастущих растений Молдавии. Кишинев, 1973. С. 38-56.

Хазиев Ф.Х., Мукатанов А.Х., Хабиров И.К. и др. Почвы Башкортостана. Т.1. Уфа: Гилем, 1995. 384 с.

Хайретдинов А.Ф. Белебеевская возвышенность. Уфа, 1986. 160 с.

Хайретдинов А.Ф. Повышение продуктивности рекреационных лесов Южного Урала. Уфа: Башк. кн. изд-во, 1990. 280 с.

Хайретдинов А.Ф., Хисамов Р.Р., Янбаев Ю.А. Рекреационные леса Башкирии / БНЦ УрО АН СССР. Уфа, 1990. 176 с.

Хамитов К.И. Широколиственные леса Башкирского Урала: Автореф. дис. канд. биол. наук. Казань, 1954.

Хисамов Р.Р. Лес и его медоносные ресурсы. Журнал Сельские узоры – Уфа, 1999. № 2, С. 22-23.

Хисамов Р.Р., Кулагин А.А. О состоянии кормовой базы пчеловодства в зоне Предуральской степи Башкортостана. Природное наследие России в 21 веке. Материалы II международной научно-практической конференции. Башкирский государственный аграрный университет, 25-27 сентября 2008 года. Уфа, 2008 г. С. 426-429.

Хисамов Р.Р., Кулагин А.А. Эффективность использования недревесных ресурсов лесов Башкортостана. Аграрная Россия, 2008. № 4. С. 45-50.

Хисматов М. Ф. Башкирия (Экономо-географический очерк). – 2-е изд., перераб. и доп. Уфа: Башк. кн. изд-во, 1979. 192 с.

Хисматов М.Ф. Башкирия моя. Уфа: Башк. кн. изд-во, 1987. 160 с.

Цаль О.Я., Ситрачук М.А., Роговская Л.Я., Бензель Л.В., Литвинчук М.Д.. Фармакологические свойства и применение одуванчика лекарственного в медицине. Фармакол. и токсикол. (Киев). 1991. № 26. С. 79-83.

Цареградская С.Ю., Дарховский Л.Ш., Вишневская И.Г. Состояние насаждений в зонах воздействия рекреации и автотранспорта. Лесное хозяйство, 1987, № 6.

Цапалова И.Э., Губила М.Д., Позняковский В.М. Экспертиза дикорастущих плодов, ягод и травянистых растений: Уч. пособие. 2-е изд. Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2002. 178 с.

Цюпко, В..А. Эфирные масла и флорентинная вода дальневосточных видов пихт (Abies Hill.) (химическая характеристика и медико-биологические свойства). Автореф. дис. канд. биол. наук. Владивосток, 2002. 22 с.

Чемесова И.И., Беленовская Л.М., Маркова Л.П.. Фенольные соединения *Artemisia sieversiana.* Химия природных соединений. 1982. № 4. С. 521.

Черепнин В.Л.. Пищевые растения Сибири. Новосибирск: Наука. 1987. 188 с.

Черкасов, А. Ф.; Миронов, К. А.; Шутов, В. В Структура недревесных ресурсов леса (на примере Костромской обл.). Лесохоз. инф. № 4. 2002. С. 13-20.

Черкасов А. Ф.; Миронов К. А.; Косицын В. Н. Исследования недревесного растительного компонента лесных ресурсов (на примере ВНИИЛМ). Лесохоз. инф. № 1. 2002. С. 22-30.

Чиков П. С. Лекарственные растения: Справочник. 2-е изд. М.: Агропромиздат, 1989. 431 с.

Чистилин, В. Г. Недревесная продукция леса. Брянск, 2003. 270 с.

Чистилин, В. Г. Недревесная продукция леса: Учебное пособие Мытищи, Изд-во МГУЛ 2001. 203 с.

Чурагулов Р.С., Чурагулова З.С. Экология лесов Южного Урала. М.: ПОЛТЕКС, 1999. 424 с.

Шакиров Д.Т. Приусадебная пасека. Уфа: Китап, 1996. 132 с.

Шакиров Д.Т., Хамматова Г.С. Особенности природно-медосборных условий Башкирской АССР. В кн.: Пути повышения эффективности пчеловодства в Башкирии. Ульяновск, 1977. С. 5-14.

Шапкин О.М., Никитина А.В., Погиба С.П., Зуихина С.П., Шкаринов С.Л., Владимиров Б.Н. Комплексное использование недревесной продукции леса в народном хозяйстве и медицине: Учебное пособие. М.: МГУЛ, 1999. 343 с.

Шаповалова Л.В., Ладна Л.Я., Бензель Л.В. Трилистник водяной – источник биологически активных веществ. Фармац. журнал. 1994. № 1. С. 65-68.

Шафранов Н.С. Лесоохранение. 2-е изд., просм. и доп . СПб.: 1876. 280 с.

Шварц С. С. Экологические закономерности эволюции. М.: Наука, 1980. 278 с.

Шимкунайте Е.П.. Биологические основы рационального использования толокнянки // Растительные ресурсы Сибири, Урала и Дальнего Востока. Новосибирск: Наука. 1965. С. 47-49.

Шишкин Б.К.. Род Любисток – *Levisticum Hill.* Флора СССР. М., Л.: Изд. АН СССР. 1951. Т. 17. С. 40.

Шретер А.И. Поиски и изучение новых лекарственных растений. М.: Знание. 1980. 64 с.

Шульгин А.М. Климат почвы и его регулирование. Л.: Гидрометеоиздат, 1967. 300 с.

Шумов С.Г, Щелокова Л.Т.. К изучению иммуностимулирующих свойств у некоторых лекарственных растений. Пермь: Перм. мед. ин-т. 1993. 5 с.

Юриссон С.М. О содержании витаминов в пастушьей сумке. Фармация, 1976. Т.25, № 4. С. 66-67.

Япаров И.М., Нигматуллин А.Ф. Особенности природных комплексов республики Башкортостан и формирование природно-хозяйственных систем. Вестник Воронежского государственного ун-та (Периодический журнал), 2004. № 1. С. 105-109.

Яцюк В.Я., Сидоренко А.Ф., Сухомлинов Ю.А.. Антиоксидантные свойства эфирных масел различных видов тысячелистника Фармацевтический журн. 1995. № 6. С. 68-70.

Aguilar A., Javier F., Roman R.R., Luis F.S.J. Plantas medicinales usades en el control de la diabetes mellitus // Ciencia. 1993. V. 44. № 3. P. 363-381.

Eckerman C., Ekman R. Comprasion of solvents for extraction and crystallization of betulinol from birch bark waste/ Pap. Ja puu. 1985. № 3. P.100-106.

Saija A., Princi P., Amico N.D., Pasguale R.De, Costa G. Effect of *Vaccinium myrtillus* anthocyanins on triiodothyronine transport into brain in the rat // Pharmacol. Res. 1990. V. 22. № 3. P. 59-60.

Hershkovitz E., Kanner J. The effect of heat treatment on the β-glucosidase activity in canned whole apricots // J. Food Technology. 1970. V. 5. № 2. P. 197-201.

Rucker G., Detter M., Judith B. Peroxide als Pflanzeneininhaltsstoffe. 8. Mitt. Guaianolid-Peroxide aus der Schafgarbe, *Achillea millefolium* L., Auslöser der Schatgarbendermaltilis // Arch. Pharm. 1991. V. 324. № 12. P. 979-981.

Neet H., Deckmiin H., Reys S.De, Clerck P.De, Lackeman G. Selective platelet antiaggregation activity of Taraxacum officinale and Cichorium endivia // 8th Betg.-Dutch. LOF-Symp. Pharmacognosy and Nature. Prod. Chem. Groningen. 19 Nov. 1993 // Pharm. World and Sci. 1993. V. 15. № 6. P. 10.

Wagner H. Hypericum: Standartisierung Pharmakologie und klinische Studien // Notab. med. 1996. V. 26. № 2. P. 73-74.

Broderrick J.J. Blackberry-or reasonable facsimile theoreof // Int. Flavours and Food. 1975. V. 6. № 1. P. 41-44.

W.Lin K.. Ethnobotanical study of medicinal plants used by the Jah Hut peoples in Malaysia // Indian Journal of Medical Sciences. 2005. V. 59. № 4. P. 156-161.

Jahodář L., Leifertová I., Lisá M. Elimination of arbutin from the organism // Pharmazie. 1983. V. 38. № 11. P. 780-781.

Jahodár L., Grygarová V., Budésinský M. Triterpenoids of Arctostaphylos uva-ursi roots // Pharmazie. 1988. V. 43. № 6. P. 442-443.

Tiberiu L.,Vasile D. Actinea sucului fructelor de *Vaccinium vitis ideae* // Ind. aliment. 1967. V. 18. № 11. P. 537-539.

Pahlow Mannfried. Liebstockel // Apoth. Mag. 1992. V. 10. № 10. P. 246-247.

Hamdy R.C., John's St. Wort for Depression // Southern Medical Journal. 1998. V. 91. N 8. P. 788.

Hayek E.W.H., Jordis U., Moche W., Sauter F. A bicentennial of betulin. Phytochemistry. 1989. V.28.№ 9. P. 2229-2242.

Yushi Sato, Setsuko Ohta, Nobuko Sakurai, Masato Shnoda // J. Pharm. Soc. Jap. 1989. V. 109. № 2. P. 113-118.

Р.Р. Хисамов, А.А. Кулагин

БИОЛОГИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН: НЕДРЕВЕСНЫЕ РЕСУРСЫ ЛЕСА

Лиц. на издат. деят. Б848421 от 03.11.2000 г. Подписано в печать 15.01.2014
Формат 60Х84/16. Компьютерный набор. Гарнитура Times New Roman.
Отпечатано на ризографе. Усл. печ. л. – 18,2. Уч.-изд. л. – 18,0.
Тираж 100 экз. Заказ № 216

ИПК БГПУ 450000, г.Уфа, ул. Октябрьской революции, 3а

ХИСАМОВ РАИЛЬ РАУФОВИЧ

Доктор биологических наук, профессор кафедры экологии и природопользования ФГБОУ ВПО «Башкирский государственный педагогический университет».

Сфера научных интересов: ботаника, биологические ресурсы, рациональное природопользование.

Автор более 100 научных публикаций, в том числе 11 монографий и учебных пособий.

КУЛАГИН АНДРЕЙ АЛЕКСЕЕВИЧ

Доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой экологии и природопользования ФГБОУ ВПО «Башкирский государственный педагогический университет», Отличник образования Республики Башкортостан.

Сфера научных интересов: дендроэкология, адаптация и устойчивость живых систем, комплексное и рациональное природопользование.

Автор более 180 научных публикаций, в том числе 7 монографий и учебных пособий.

БГПУ
им. М. Акмуллы

С.Г.Ковалев, А.Ю.Кулагин,
О.В.Тагирова, Г.А.Зайцев

ГЕОЭКОЛОГИЯ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

Уфа 2015

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования
«Башкирский государственный педагогический
университет им. М.Акмуллы»
Российская академия наук
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт геологии Уфимского научного центра РАН
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Уфимский Институт биологии РАН

С.Г.Ковалев, А.Ю.Кулагин, О.В.Тагирова, Г.А.Зайцев

ГЕОЭКОЛОГИЯ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

Уфа 2015

УДК 5574.58(075.53)
ББК 20.18Я73
Г 36
Печатается по решению функционально-научного совета Башкирского государственного педагогического университета им.М.Акмуллы, Ученого совета ФГБУН «Институт геологии Уфимского научного центра РАН», Ученого совета ФГБУН «Уфимский Институт биологии РАН».

Геоэкология и природопользование [текст]: учеб. Пособие / Ковалев С.Г., Кулагин А.Ю., Тагирова О.В., Зайцев Г.А. – Уфа: Издательство БГПУ, 2015. – 170 с.

Рецензенты:
А.М. Гареев – доктор географических наук, профессор
Д.Н. Салихов – доктор геолого-минералогических наук
Ю.А. Янбаев – доктор биологических наук, профессор

В учебном пособии геоэкология представлена как наука, изучающая взаимодействие географических, биологических (экологических) и социально-производственных систем. Различные аспекты природопользования рассматриваются на стыке геологии, геохимии, географии, биологии и экологии. Геоэкология и природопользование - интегральная наука, предметом которой выступают глобальные и региональные процессы и явления, вопросы ретроспективных оценок, характеристик современного состояния и прогноза состояния окружающей среды. К числу ключевых относится разработка научных основ рационального использования и охраны водных, воздушных, земельных, рекреационных, минеральных и энергетических ресурсов Земли, санация и рекультивация земель, ресурсосбережение и утилизация отходов, различные аспекты сохранения биоразнообразия. При разработке учебного пособия использованы результаты научно-исследовательских работ авторов.

Учебное пособие предназначено для студентов экологических, географических, биологических и экономических специальностей и направлений подготовки дипломированных бакалавров и магистров высших учебных заведений 022000 «Экология и природопользование», 020400 «Биология», 020700 «Геология», 021000 «География», 100400 «Туризм», 120700 «Землеустройство и кадастры», 280000 «Безопасность жизнедеятельности, природообустройство и защита окружающей среды», согласно ФГОС Высшего Профессионального образования. Кроме того, оно может быть использовано специалистами соответствующего профиля в качестве справочного пособия.

ISBN 978-5-87978-902-7

© С.Г. Ковалев, А.Ю. Кулагин, О.В. Тагирова, Г.А. Зайцев, 2015.
© Издательство БГПУ, 2015.
© Институт геологии Уфимского НЦ РАН, 2015.
© Уфимский Институт биологии РАН, 2015.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 5

ЧАСТЬ I 10

ГЕОСФЕРЫ: РЕСУРСНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ И АНТРОПОГЕННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ . 10

Глава 1 Краткая история развития геоэкологических взглядов и положение России в экологическом движении 10

Глава 2 Атмосфера 28

2.1. Основные особенности атмосферы и климата Земли. Влияние деятельности человека на атмосферу и климат 28
2.2. Антропогенное изменение климата и его последствия. Парниковый эффект 29
2.3. Асидификация экосферы и кислотные осадки 32
2.4. Стратегии, связанные с проблемой изменения климата 37
2.5. Международные конвенции по атмосфере и климату и интересы России 38

Глава 3 Гидросфера 41

3.1. Основные особенности гидросферы 41
3.2. Воды суши и деятельность человека. Основные функции вод суши 44
3.3. Геоэкологические аспекты водного хозяйства. Водные ресурсы и водообеспеченностъ 46
3.4. Управление водопотреблением и водохозяйственный баланс 49
3.5. Качество вод суши 52
3.6. Мировой океан. Влияние деятельности человека. Основные геоэкологические особенности океанов и морей 61
3.7. Деятельность человека, влияющая на состояние океанов и морей 63

Глава 4 Педосфера и земельные ресурсы 69

4.1. Основные функции сферы почв (педосферы) 69
4.2. Антропогенная деградация почв 70
4.3. Геоэкологические проблемы земледелия 72
4.4. Устойчивость сельского хозяйства 80

Глава 5 Литосфера 82

5.1. Строение Земли и литосфера 82
5.2. Большой геохимический круговорот вещества 84
5.3. Антропогенное воздействие на экзогенные процессы 87

Глава 6 Биосфера и ландшафты Земли. Влияние деятельности человека 90

6.1. Основные особенности биосферы и ее роль в экосфере 90
6.2. Современные ландшафты мира 94
6.3. Проблемы сохранения биологического разнообразия Земли 100

Глава 7 Природно-техногенные системы 105

7.1. Урбанизация 106
7.2. Энергетика 110
7.3. Промышленность 113
7.4. Транспорт 115
7.5. Сельское хозяйство 117

Глава 8 Стратегия выживания человечества 120

ЧАСТЬ II **124**

МЕТОДОЛОГИЯ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ **124**

Глава 9 Экологический мониторинг **124**

9.1. Структурно-логическая схема организации мониторинга 125

9.2. Объекты экологического мониторинга: природная и техногенная среды и сфера взаимодействия 127

9.3. Формирование сети режимных наблюдений 128

9.4. Виды и методы наблюдения и контроля 129

Глава 10 Геоинформационные системы (ГИС) **131**

10.1. Понятие о геоинформационных системах 131

10.2. Обобщенные функции ГИС-систем и их классификация 132

10.3. Источники данных, их типы и аппаратные (технические) средства ГИС 133

10.4. Отображение объектов реального мира в ГИС 135

10.5. Базы данных и управление ими 138

10.6. Задачи пространственного анализа 141

10.7. Электронные карты и атласы 147

10.8. Этапы и правила проектирования ГИС 148

Глава 11 Оценка воздействия на окружающую среду, экологическая экспертиза, экологический аудит и экологический риск **150**

11.1. Оценка воздействия на окружающую среду 150

11.2. Экологическая экспертиза 151

11.3. Экологический аудит 155

11.4. Экологический риск 158

ЗАКЛЮЧЕНИЕ **167**

ЛИТЕРАТУРА **169**

ВВЕДЕНИЕ

Зарождение геоэкологии связывают с именем немецкого географа Карла Тролля (1899 –1975), который ещё в 30-х годах XX века понимал под ней одну из ветвей естествознания, объединяющую экологические и географические исследования в изучении экосистем. По его мнению, термины «геоэкология» и «ландшафтная экология» являются синонимами. В России широкое использование термина «геоэкология» началось с 1970-х годов, после упоминания его известным советским географом В.Б. Сочавой (1905 – 1978). Как отдельная наука окончательно сложилась в начале 90-х годов XX века.

Однако, как это ни парадоксально, чёткого и общепринятого определения этот термин до сих пор не получил, предмет и задачи геоэкологии также формулируются по-разному, зачастую весьма разнородно. Практически, в самом общем случае, они сводятся в основном к изучению негативных антропогенных воздействий на природную среду.

В рамках широкого понятия «геоэкология» находятся многие, весьма разнообразные научные направления и практические проблемы. В связи с тем, что геоэкология охватывает многообразные аспекты взаимодействия общества и природы, наблюдается различная трактовка её предмета, объекта и содержания, не определён круг вопросов геоэкологических исследований, не существует общепризнанной методологии и терминологической базы.

Геоэкология появилась, когда деятельность человека стала существенным фактором преобразования Земли. Она основывается на глобальном, общемировом подходе, но на этой основе не меньшее значение имеют проблемы регионального и локального характера. По мнению Г.Н. Голубева (1999) ***геоэкология – это междисциплинарное научное направление, изучающее экосферу как взаимосвязанную систему геосфер в процессе ее интеграции с обществом***. Экосфера представляет собой всемирную область интеграции геосфер и общества. Экосфера есть объект геоэкологии. Иногда экосферу Земли представляют в виде трех основных компонентов: геосферы, техносферы и социосферы, отражающих, соответственно, природную, техногенную и общественную части единой системы Земля.

Можно, по меньшей мере, выделить два крупных направления в понимании термина «геоэкология», предмета, целей и задач этой науки:

1. Геоэкология рассматривается как экология геологической среды, при этом термины «геоэкология» и «экологическая геология» полагаются синонимами. При таком подходе геоэкология изучает закономерные связи (прямые и обратные) геологической среды с другими составляющими природной среды – атмосферой, гидросферой, биосферой, оценивает влияние хозяйственной деятельности человека во всех её многообразных проявлениях и рассматривается как наука на стыке геологии, геохимии, биологии и экологии.

2. Геоэкология трактуется как наука, изучающая взаимодействие географических, биологических (экологических) и социально-производственных систем. В этом случае геоэкология изучает экологические аспекты природопользования, вопросы взаимоотношений человека и природы, для неё характерно активное использование системной и синергетической парадигм, эволюционного подхода.

При этом геоэкология рассматривается как наука на стыке географии и экологии.

Существует и ряд других воззрений на геоэкологию. Так, можно выделить различные трактовки в зависимости от того, какую науку (географию или экологию) автор принимает за основу геоэкологии. Ряд авторов рассматривает геоэкологию как экологизированную географию, изучающую приспособление хозяйства к вмещающему ландшафту. Другие – частью экологии, в которой изучаются последствия взаимодействия биотических и абиотических компонентов.

Многие учёные считают геоэкологию результатом современного развития и синтеза целого ряда наук: географических, геологических, почвенных и других. Эти авторы выступают за широкое понимание геоэкологии, как интегральной науки экологической направленности, изучающей закономерности функционирования антропогенно измененных экосистем высокого уровня организации.

Областями исследований для геоэкологии как интегральной науки являются:

- Глобальные геосферные жизнеобеспечивающие циклы – изучение роли геосферных оболочек Земли в глобальных циклах переноса углерода, азота и воды;
- Глобальная геодинамика и ее влияние на состав, состояние и эволюцию биосферы. Экологические кризисы в истории Земли. Исторические реконструкции и прогноз современных изменений природы и климата;
- Влияние геосферных оболочек на изменение климата и экологическое состояние, дегазацию, геофизические и геохимические поля, геоактивные зоны Земли;
- Глобальный и региональные экологические кризисы;
- Междисциплинарные аспекты стратегии выживания человечества и разработка научных основ регулирования качеством состояния окружающей среды;
- Природная среда и ее изменения под влиянием урбанизации и хозяйственной, в том числе горнодобывающей, деятельности человека: химическое и радиоактивное загрязнение почв, пород, поверхностных и подземных вод, возникновение и развитие опасных техноприродных процессов, наведенные физические поля, деградация криолитозоны, сокращение ресурсов подземных вод;
- Характеристика, оценка состояния и управление современными ландшафтами;
- Разработка научных основ рационального использования и охраны водных, воздушных, земельных, рекреационных, минеральных и энергетических ресурсов Земли, санация и рекультивация земель, ресурсосбережение и утилизация отходов;
- Геоэкологические аспекты биоразнообразия;
- Геоэкологические аспекты природно-технических систем. Геоэкологический мониторинг и обеспечение экологической безопасности;
- Динамика, механизм, факторы и закономерности развития опасных природных и техноприродных процессов, прогноз их развития, оценка опасности и риска, управление риском, превентивные мероприятия по снижению последствий катастрофических процессов, инженерная защита территорий, зданий и сооружений.
- Геоэкологическое обоснование безопасного размещения, хранения и захоро-

нения токсичных, радиоактивных и других отходов;

- Геоэкологические аспекты устойчивого развития регионов;
- Геоэкологическая оценка территорий: современные методы и методики геоэкологического картирования, моделирования, геоинформационные системы и технологии, базы данных; разработка научных основ государственной экологической экспертизы и контроля;
- Теория, методы, технологии и технические (в том числе строительные) средства оценки состояния, защиты, восстановления и управления природно-техническими системами, включая агросистемы;
- Специальные экологически и технически безопасные конструкции, сооружения, технологии строительства и режимы эксплуатации объектов и систем в области природопользования и охраны окружающей среды; экологически безопасное градостроительство;
- Технические средства, технологии и сооружения для прогноза изменений окружающей среды и ее защиты, для локализации и ликвидации негативных природных и техногенных воздействий на окружающую среду;
- Технические средства контроля и мониторинга состояния окружающей среды;
- Технические методы и средства безопасной утилизации, хранения и захоронения промышленных, токсичных и радиоактивных отходов;
- Теория и методы оценки экологической безопасности существующих и создаваемых технологий, конструкций и сооружений, используемых в процессе природопользования;
- Методы и технические средства оперативного обнаружения, анализа причин и прогноза последствий чрезвычайных ситуаций, угрожающих экологической безопасности;
- Разработка и совершенствование государственного нормирования и стандартов в природопользовании, в оценке состояния окружающей среды;
- Разработка научно-методических основ и принципов экологического образования.

При разработке учебного пособия использованы результаты научно-исследовательских работ по следующим грантам и программам:

Грант РФФИ № 05-04-97906. Конкурс Р2005 АГИДЕЛЬ-а. Проект «Устойчивость и биологическая продуктивность лесных экосистем техногенных ландшафтов промышленных центров в Республике Башкортостан» (2005-2007 гг.);

Программа Отделения биологических наук РАН. Тема: «Лесообразующие виды Предуралья, Южного Урала и Зауралья: особенности онтогенеза и адаптации к экстремальным лесорастительным условиям» № гос.регистрации 01.2.006. 07438 (2006-2008 гг.);

Грант РФФИ №08-05-97000 р_поволжье_а «Изотопно-термобарогеохимические методы поиска и разведки месторождений золота Республики Башкортостан»;

Тематический план Министерства образования и науки РФ. Приказ Феде-

рального агентства по образованию № 214 от 20.03.2008 г. «О распределении средств федерального бюджета по мероприятию 1 Проведения фундаментальных исследований в рамках тематических планов» (подраздел 01.11 главы 073). Тема: «Ландшафтно-экологическое обоснование лесной рекультивации отвалов горно-добывающей промышленности» (2008-2012 гг.);

Грант РФФИ № 08-04-97017 р_поволжье_а. «Восстановление и формирование лесных экосистем в критических ландшафтах Башкортостана» (2008-2010 гг.);

Программа фундаментальных исследований Президиума РАН «Биологическое разнообразие». Подпрограмма – Биоразнообразие: инвентаризация, функции, сохранение. Проект: «Лесная рекультивация отвалов горнодобывающей промышленности: восстановление биологического разнообразия и продуктивности» (2010-2011 гг.);

Тематический план Министерства образования и науки РФ. Приказ Федерального агентства по образованию № 214 от 20.03.2008 г. «О распределении средств федерального бюджета по мероприятию 1 Проведения фундаментальных исследований в рамках тематических планов» (подраздел 01.11 главы 073). НИР № 4.09. Тема: «Адаптация древесных растений и экологическое обоснование лесовосстановления нарушенных ландшафтов» (2009-2011 гг.);

Федеральная Целевая Программа Министерства образования и науки РФ «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России». Тема: «Докембрий западного склона Южного Урала (геология, магматизм, металлогения)» (2010-2012 гг.);

Грант РФФИ № 11-05-12002 офи-м-2011 «Минералого-геохимическая характеристика и генетическая природа комплексного (Au-Ag-U-Th-REE) оруденения в терригенных породах Башкирского мегантиклинория» (2011 г.);

Тематический план Министерства образования и науки РФ. Тема: «Ландшафтно-экологическое обоснование лесной рекультивации отвалов горнодобывающей промышленности» (2011);

Министерство образования и науки РФ. Задание «Методическое и информационное обеспечение экологического образования и воспитания при организации и проведении Всероссийской олимпиады школьников по экологии» (2011);

Академия наук Республики Башкортостан. Договор 40/30-П: «Состояние водоохранно-защитных зон водохранилищ Башкирского Предуралья и Зауралья и обоснование мероприятий по формированию защитных лесных насаждений» (2011-2013 гг.);

Грант РФФИ № 11-04-97025 р_поволжье_а «Состояние водоохранно-защитных зон водохранилищ Башкирского Предуралья и Зауралья и обоснование мероприятий по формированию защитных лесных насаждений» (2011-2013 гг.);

Грант «Адаптивный потенциал и устойчивость древесных растений в техногенных условиях» (Аналитическая ведомственная целевая программа Министерства образования и науки РФ «Развитие научного потенциала высшей школы», регистрационный номер: 2.1.1/11330) (2011 г.).

Федеральная Целевая Программа Министерства образования и науки РФ

«Научные и научно-педагогические кадры инновационной России». Соглашение № 8312. Тема: «Дайково-силловые рои Южного Урала: геология, время проявления, рудогенерирующий потенциал и геодинамические обстановки формирования» (2012-2013 гг.);

Федеральная Целевая Программа Министерства образования и науки РФ «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России». Соглашение № 8358. Тема: «Нетрадиционные типы благороднометального оруденения западного склона Южного Урала: геология, минералогия, условия формирования и ресурсный потенциал» (2012-2013 гг.);

Грант Министерства образования и науки РФ «Эколого-биологические и молекулярно-генетические аспекты состояния и функционирования живых систем в крупных промышленных центрах Башкортостана» (регистрационный номер 5.4747.2011). (2012-2013 гг.);

Грант Министерства образования и науки РФ «Микоризообразование хвойных на отвалах горнодобывающей промышленности» (регистрационный номер 4.3458.2011). (2012-2013 гг.).

Грант Программы фундаментальных исследований ОБН РАН «Биологические ресурсы России: Динамика в условиях глобальных климатических и антропогенных воздействий». Проект «Лесные насаждения промышленных центров Предуралья: ретроспективная оценка, современное состояние и прогноз динамики изменений в условиях антропогенных воздействий» (2012-2014 гг.);

Программа УрО РАН. № 12-с-5-1002. Тема: «Фоновые и аномальные концентрации элементов-примесей в осадочных последовательностях рифея Башкирского мегантиклинория и их значение для металлогенического анализа» (2012 г.);

Программа Отделения биологических наук РАН. Онтогенетические аспекты адаптации лесообразующих древесных пород при естественном возобновлении в условиях Южно-уральского региона № госрегистрации 01201361801. (2013-2014 гг.).

Грант РФФИ № 13-04-97518 р_центр_а «Адаптации по защите онтогенеза древесных растений в контрастных лесорастительных условиях» (2013-2015 гг.).

Авторы выражают глубокую благодарность коллегам, работающим в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Башкирский государственный педагогический университет им. М.Акмуллы», Федеральном государственном бюджетном учреждении науки «Институт геологии Уфимского научного центра РАН», Федеральном государственном бюджетном учреждении науки «Уфимский Институт биологии РАН».

Авторы благодарны рецензентам – доктору географических наук профессору А.М. Гарееву, доктору геолого-минералогических наук Д.Н. Салихову и доктору биологических наук профессору Ю.А. Янбаеву за критическую оценку, советы и ценные замечания, высказанные при подготовке данной работы.

ЧАСТЬ I
ГЕОСФЕРЫ: РЕСУРСНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ И АНТРОПОГЕННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ

Глава 1
Краткая история развития геоэкологических взглядов и положение России в экологическом движении

Американский географ *Джордж Перкинс Марш* в XIX веке сыграл большую роль, в особенности в англоязычном мире, в исследовании деятельности человека в его воздействии на природу. В 1864 г. он опубликовал монографию «Человек и природа». Она была также издана на русском языке в Петербурге в виде тома в 586 страниц под названием «Человек и природа, или о влиянии человека на изменение физико-географических условий природы». Последнее, посмертное издание вышло в США в 1885 г. под названием «Земля, изменяемая действиями человека». Д.П. Марш был основателем существующей до сего времени школы географов, фактически ориентированной на вопросы геоэкологии, в университете Кларка в штате Массачузетс (США).

Похожую роль во франкоязычном мире сыграл французский географ *Элизе Реклю*, выпустивший в 1876 г. многотомную работу «Земля и люди». Она была также переведена на русский язык и сыграла заметную роль в российском образовании последней четверти XIX века.

Ключевой фигурой в науках о Земле XX века стал *Владимир Иванович Вернадский* (1863-1945). Его труды, касающиеся, в том числе и современных вопросов геоэкологии, не потеряли своего значения и до сих пор. В.И. Вернадский внес фундаментальный вклад в такие вопросы как учение о глобальных биогеохимических циклах, о роли живого вещества в функционировании Земли как системы, о деятельности человека как «геологической» силы (то есть уже сравнимой с другими основными природными факторами). Он увидел объективные тенденции в изменениях приоритетов в науке и поэтому писал, что *«Биосфера является основной областью научного знания»*. В.И. Вернадским развито и, благодаря ему, стало широко известно предложенное Э. Леруа понятие «ноосфера», или сфера разума. Ноосфера есть состояние взаимоотношений между человеком и природой, близкое к идеальному. Это понятие спорное, оно признается не всеми, но его введение катализировало прогресс развития геоэкологии.

Географический детерминизм – концепция, согласно которой климат и другие природные условия предопределяют специфику экономической, социальной и политической жизни государств, формируют национальный дух и национальный характер.

Наиболее последовательно концепция географического детерминизма разработана в книге *Шарля Луи Монтескье* «Дух законов». Монтескье заимствовал физиологические основы своего учения из вышедшей в 1733 г. работы *Джона Арбетнота* о влиянии воздуха, но широкое применение этого учения к жизни государства и общества было заслугой Монтескье. Было достижением,

основываясь на возросших географических знаниях своего времени, вновь обратиться к систематическому решению вопроса, который, опираясь на попытки античных авторов, ставили и на который довольно примитивно отвечали еще Боден и другие. Но интерес Монтескье был прикован, прежде всего, к непосредственным, часто очень грубо понимавшимся отдельным связям между климатом, народным характером и законодательством. Философ объяснял манию англичан к самоубийству климатом (в этом ему предшествовал аббат Дюбо); полагал, что открыл в климатических различиях между Европой и Азией *«великую причину слабости Азии и силы Европы, свободы Европы и рабства Азии»*. Раздвоение между природой как разумом и природой как детерминирующей принудительной силой может считаться главной темой его мышления. Он не урегулировал этот внутренний конфликт и не смог последовательно и органично провести учение о климате. «*Климат*, – возразил ему Вольтер в статье «Климат» – *обладает определенной силой, но сила правительств во стократ больше, а религия, объединенная с правительством, еще сильнее*».

И.Г. Гердер считал, что климат «не принуждает, а благоприятствует». Под климатом он понимал совокупность земных сил и влияний, на которую воздействует также флора и фауна, которая во взаимосвязи служит всем живым существам, но может быть изменена и человеком с помощью используемых им средств. Используя всю проделанную на протяжении столетия работу в области естествознания и географии, Гердер усовершенствовал учение о влиянии климата и геофизических условий вообще на человека. Он сделал его гибким, обращая внимание не только на сохраняющиеся отношения между определенной географической средой и определенными народами, но открыв и соотношения между поверхностью Земли и движениями и изменениями народов. Труд Гердера ввел новое плодотворное понимание в симбиоз всех живых существ и вызвал тем самым исследования, которые, продолжаясь до наших дней, открывали все новые скрытые связи. Климат воздействует на человека, но и человек воздействует на климат, преобразуя его, и воздействие климата сразу же нерасторжимо соединяется со своеобразным внутренним противодействием данного живого существа. *«Какое бы воздействие ни оказывал климат, у каждого человека, каждого животного, каждого растения свой собственный климат, ибо все они воспринимают по-своему и органически перерабатывают все внешние воздействия».* Это витализм на метафизическо-неоплатонической основе, который, индивидуализируя, разделяет и вновь связывает все индивидуальное.

Энвайронментализм или инвайронментализм (англ. *environmentalism* от *environment*– окружающая среда, природа) – это теория управления социально-экономическим развитием и окружающей средой, считающая человечество частью биосферы и утверждающая необходимость преобразования природы в интересах человека, отрасль науки, сформировавшаяся в середине XIX века, когда под этим словом понимался ряд новых идей о том, что люди развиваются в значительной мере под влиянием окружающей среды. Кроме того, это социальное экологическое движение, распространившееся в XX веке в европейских странах, направленное на усиление мер по защите окружающей среды.

К числу проблем, на которые обращают внимание энвайронменталисты,

относятся:

- уменьшение биоразнообразия;
- глобальное потепление;
- озоновые дыры;
- кислотные дожди;
- захоронение радиоактивных отходов;
- возможность ядерной зимы;
- ущемление прав животных.

Причиной вышеперечисленных проблем энвайронменталисты считают деятельность человека и стремятся уменьшить потребление прямо или косвенно вредных для окружающей среды продуктов в быту.

В большинстве развитых стран мира существуют *партии «зелёных»*, что показывает боязнь людей за будущее своих детей и состояние Земли как общей для всего человечества планеты, за которую оно несёт ответственность. В своей деятельности они акцентируют внимание на переходе производства на безотходные технологии, внедрении альтернативной энергетики и транспорта с рекуперативным торможением (например, электромобили), переработке отходов, очистке сточных вод, орошении пустынь и др.

Оппоненты энвайронменталистов утверждают, что многие экологические опасности ими преувеличены. В частности, преувеличено влияние человека на природные процессы (антропоцентризм). Кроме того, некоторые экологические движения используют средства не для решения экологических проблем, а для собственного обогащения, они рассматривают энвайронментализм как предвзятое, отчасти религиозное (в широком понимании) убеждение.

«Принято считать, что сегодня мы живем в светском обществе, где многие – лучшие, самые просвещенные люди – вовсе не религиозны. Но мне кажется, что религию невозможно изгнать из души человечества. Если подавить ее в одной форме, она возрождается в другой. Можно не верить в бога, но все же необходима вера в то, что придает жизни смысл и формирует мироощущение. Такая вера тоже носит религиозный характер.

Сегодня самая влиятельная религия Запада – энвайронментализм, религия городских атеистов. Почему я называю его религией? Да вы только взгляните на их убеждения. Если присмотреться, то станет ясно, что энвайронментализм есть замечательное переложение традиционных иудео-христианских верований и мифов применительно к XXI веку» (Майкл Крайтон).

Географический поссибилизм (от лат. *possibilis* – возможный), направление в географии, рассматривающее географическую среду как ограничивающее и изменяющее деятельность людей начало. Вместе с тем, большое значение при выборе того или иного пути развития признаётся за историческими условиями. В результате выбора складываются определённые направления хозяйственной деятельности людей, создаются те или иные культурные ландшафты и т.п. Ошибочность географического поссибилизма – в непонимании значения способа производства, особенно в недооценке роли производственных отношений. При этом географическая обстановка, в которой производится «выбор», предстаёт как нечто заранее данное и неизменное; это сближает географический

поссибилизм, при всей формальной противоположности исходных теоретических позиций, с тем же детерминизмом, от которого он стремился уйти. Географический поссибилизм возник в начале XX века как реакция на зашедшие в тупик идеи *географического детерминизма*. Главная роль в развитии географического поссибилизма принадлежит французской школе «географии человека». Идеи географического поссибилизма развивали также в применении к экономической географии И. Боумен и К. Зауэр в США, отчасти О. Шлютер в Германии; отчасти А.И. Воейков в России.

Теория Т.Мальтуса. В 1798 году Т.Мальтус опубликовал свою книгу «Опыт о законе народонаселения» (*Essay on the Principle of Population*), в которой обосновывались три основных тезиса:

- Из-за биологической способности человека к продолжению рода его физические способности используются для увеличения своих продовольственных ресурсов;
- Народонаселение строго ограничено средствами существования;
- Рост народонаселения может быть остановлен лишь встречными причинами, которые сводятся к нравственному воздержанию или несчастьями (войны, эпидемии, голод);

Т. Мальтус приходит к выводу, что народонаселение растет в геометрической прогрессии, а средства существования – в арифметической.

Идеи Мальтуса оказали мощное позитивное воздействие на развитие биологии, во-первых, через их влияние на Дарвина, а, во-вторых, через развитие на их основе математических моделей популяционной биологии.

Применительно к человеческому обществу мнение Мальтуса о том, что сокращение численности населения ведет к увеличению среднего дохода на душу населения, повлекло за собой формирование в 1920-х теории оптимальной численности населения, при котором доход на душу населения максимален. Однако в настоящее время теория малоприменима в решении реальных социально-экономических задач, но хороша в аналитике, так как позволяет судить о недо- или перенаселении.

Современные последователи Мальтуса, неомальтузианцы, так говорят о современных малоразвитых странах: «Рождаемость в них высокая, как в аграрных странах, а смертность низкая, как в индустриальных из-за медицинской помощи более развитых стран». Считают, что прежде, чем помогать им, надо решить проблему контроля рождаемости.

В целом, теория Мальтуса продемонстрировала свою высокую объясняющую способность применительно к доиндустриальным обществам, хотя никто не ставит под сомнения того факта, что для эффективного использования её для объяснения динамики современных общества (даже в странах третьего мира), она нуждается в самых серьёзных модификациях; впрочем, с другой стороны, теория Мальтуса продемонстрировала самую высокую способность адаптироваться к подобным модификациям и встраиваться в них. Идеи Мальтуса были частично использованы К. Хаусхофером в его работах по геополитике и теории "жизненного пространства".

Гипотеза Геи (англ. *Gaia hypothesis*, также гипотеза Гайи или Гайя-

гипотеза от англ. *Gaia*) – разновидность геотеизма, теория о Земле как суперорганизме, который в результате саморегуляции способен поддерживать основные параметры среды на постоянном уровне. Так при различных уровнях энергии, поступающей от Солнца, температура поверхности планеты может оставаться приблизительно на одном уровне. Предложена в 1979-х годах британским экологом *Дж.Лавлоком*, предшественником которого был *Дж.Хаттон*, «отец» современной геологии. Он ещё в 1785 году высказал предположение о том, что Земля – сверхживой организм, имеющий свои системы обмена веществ и дыхания (которые и выражаются геологическими процессами – такими, например, как эрозия). Идеи Хаттона были похоронены Дарвином, утверждавшим, что в ходе естественного отбора живые организмы приспосабливаются к любым условиям, какие только может предоставить им планета.

Дж. Лавлок, британский химик, приглашенный в Калифорнию Американским космическим агентством, готовившим к запуску серию зондов, призван был оценить степень вероятности существования жизни на Марсе и Венере и создать инструментарий для выявления мизерных концентраций тех или иных химических элементов в атмосфере. Лавлок указал на методологическую ошибку (невозможно предугадать, какой именно химией «питается» жизнь, следует разработать общий принцип поиска жизни в космосе) и сформулировал собственный метод энтропийного анализа. В мертвом мире энтропия нарастает. Предоставленная сама себе атмосфера безжизненной планеты рано или поздно уравновешивает собственное содержимое, достигая энергетического покоя. Противодействует же энтропийному росту – жизнь, потребляющая энергетически активные элементы и выбрасывающая мертвый шлак. Следовательно, планета с атмосферой из углекислого газа почти наверняка должна быть безжизненной. Напротив, присутствие кислорода должно указывать на присутствие жизни.

В сентябре 1965 года Лавлок пришёл к мысли о том, что земная жизнь научилась поддерживать необходимые для себя условия существования, вступив с планетой в некую форму взаимовыгодного сотрудничества. Писатель *Уильям Голдинг* предложил Лавлоку назвать теорию в честь древнегреческой богини Земли – гипотезой Геи. НАСА встретило гипотезу в штыки, поскольку к этому времени уже было известно, что Марс и Венера «дышат», в основном, двуокисью углерода. Известный биолог *Р. Докинз* выступил с категорическим утверждением о том, что «гипотеза Геи» противоречит теории эволюции Дарвина.

К началу 70-х годов у теории Лавлока стали появляться защитники и последователи. В 1970 году *Л. Маргулис*, биолог Бостонского университета, высказала мысль о том, что связующую роль в поле взаимодействия между жизнью и планетой должны играть микроорганизмы. Лавлок сделал свое знаменитое «серное предсказание». До тех пор бытовало мнение, будто сера, вымываемая в океан из почвы, возвращается на сушу в виде сероводорода. Лавлок выразил в этом сомнение, В 1971 году он организовал исследовательскую экспедицию и доказал, что сера поднимается в атмосферу в виде диметилсульфида (DMS), производимого разлагающимися морскими водорослями. Так гипотеза

Геи получила себе первое практическое подтверждение.

Решающую роль в её становлении сыграл созданный Лавлоком компьютерный мир *Daisyworld* – модель планетарной жизни, основанная как раз на принципах теории эволюции Дарвина. В 2002 году один из последователей Лавлока, эволюционист *Т.Лентон* (Университет *East Anglia*) выступил с заявлением о том, что гипотеза не только не противоречит учению Дарвина, но и дополняет его. А год спустя *Т. Сугимото* (Kanagawa University) показал, как открытые Дарвином процессы адаптации стимулируют «геообразные» процессы, помогая жизни укреплять свои позиции на нашей планете.

В тоже время, по мнению биолога профессора П. Уорда, представление о Земле как сверхорганизме, поддерживающем жизнь на планете, является ошибочным. Он напоминает, что большинство массовых вымираний на Земле происходило не по внешним причинам, а по внутренним, например геологическим. По мнению Уорда, Земля не сможет «исцелить себя», если вдруг человечество исчезнет, она не обладает гипотетической «мудрой саморегуляцией».

Устойчивое развитие. Исследуя стратегию взаимоотношений между окружающей средой и развитием, Комиссия Брунтланд ввела в широкое употребление термин «устойчивое развитие». Этот термин был известен и ранее, но использовался только специалистами. По определению Комиссии, «*Устойчивое развитие – это такое развитие, которое удовлетворяет потребности настоящего времени, но не ставит под угрозу способность будущих поколений удовлетворять свои собственные потребности*».

В совместном программном документе ООН по окружающей среде (ЮНЕП), Всемирного союза охраны природы (МСОП) и Всемирного Фонда охраны природы (ВВФ) – «В заботе о Земле. Стратегия устойчивости жизни» (1991 г.), приводится следующее определение: «*Устойчивое развитие это такое улучшение качества жизни людей, которое сохраняет потенциальную емкость экологических систем, обеспечивающих жизнь*».

В соответствии с этим документом, принципы устойчивого развития заключаются в следующем:

1. Воздействие человека на экосферу не должно превышать ее потенциальную емкость.
2. Сохранение возобновимых ресурсов:

а) Сохранение основных процессов экосферы (биогеохимических циклов, гидрологического цикла, климатической системы, процессов почвообразования и др.);

б) Сохранение биологического разнообразия;

в) Использование возобновимых ресурсов в пределах их прироста.

3. Расходование невозобновимых ресурсов, не превышающее скорость создания их заменителей, с последующим прекращением использования невозобновимых ресурсов.
4. Справедливое распределение выгод от и затрат на природопользование как внутри стран, так и между странами.
5. Внедрение более эффективных технологий в промышленности, сельском хозяйстве, энергетике и пр.

6. Использование экономических инструментов, учитывающих экологические ценности, часто не выражаемые количественно.

7. Совершенствование управления природопользованием:

а) Развитие соответствующей системы законодательства;

б) Долгосрочное (перспективное) планирование, включающее и вопросы экологии;

в) Следование принципу «предвидеть и предотвращать», а не «реагировать и исправлять». В соответствии с этим, введение государственной системы экологической экспертизы (с обязательным участием общественности), включающей оценку воздействия проектов на окружающую среду;

г) Очень высокое положение в системе государственной власти и столь же значительные возможности организации (министерства, ведомства), отвечающей за вопросы экологии, и лица, ее возглавляющего.

8. Развитие морально-этических факторов и принципов:

а) Формирование этики устойчивого развития;

б)Совершенствование экологического образования на всех уровнях;

в) Укрепление традиций общественного экологического самосознания.

Для оценки геоэкологического состояния страны или другой территории необходимо иметь определенные показатели (индикаторы) этого состояния. Цель геоэкологических индикаторов – сообщать в понятной для неспециалиста (например, политика или лица, принимающего решения) форме о состоянии окружающей среды и его изменениях (в том числе антропогенных) таким образом, чтобы обнаруживать возникающие проблемы и оценивать эффективность осуществления стратегии, направленной на решение данной проблемы.

Поскольку концепция устойчивого развития основана на достижении динамического баланса между экономическими, социальными и геоэкологическими факторами, необходимо иметь соответствующие индикаторы, интегрирующие эти факторы.

Кроме того, концепция устойчивого развития предполагает, что суммарное богатство страны или мира в целом, состоящее из четырех видов капитала (природного, материально-финансового, человеческого и социального) не должно уменьшаться. Для осуществления мониторинга состояния суммарного капитала также необходимы индикаторы устойчивого развития. В последние годы в этой области работает ряд национальных и межнациональных групп специалистов, предложивших большой набор как геоэкологических индикаторов, так и индикаторов устойчивого развития. Однако, вследствие чрезвычайной сложности проблем, найти один или всего лишь несколько приемлемых для всех потребителей универсальных показателей геоэкологического состояния и, в особенности, устойчивого развития, пока не удается.

Например, С. Мураи предлагает систему индикаторов состояния страны и показателей устойчивого развития (табл. 1.1), разработанную главным образом на материале Японии. Она дает представление о возможном наборе основных индикаторов устойчивого развития. Применение для других стран индикаторов и критериев состояния устойчивого развития, предлагаемых Мураи, требует проверки в части полноты и репрезентативности набора индикаторов, а также с

точки зрения приоритетности показателей устойчивого развития для каждой страны.

Разнообразная информация об экономическом, геоэкологическом, социальном и др. состоянии отдельных территорий, стран и мира в целом, собирается в настоящее время различными системами мониторинга. Это огромные массивы нескоординированных и необработанных данных, которые в таком виде не могут быть использованы. После соответствующей обработки и анализа эти данные представляют собой исходный материал для индикаторов. Комбинации агрегированных (обобщенных и сжатых), обработанных и проанализированных данных превращаются в индикаторы (например, изменения площади пашни, приходящейся на душу населения в стране Х, это простейший индикатор, состоящий из двух рядов данных: общей площади пашни и численности населения.) Комбинации индикаторов образуют индексы, наиболее сложные и наиболее агрегированные из всех показателей (например, индекс состояния экономики Нидерландов за год образован из четырех среднегодовых индикаторов: роста валового национального продукта, уровня безработицы, уровня инфляции и величины дефицита бюджета).

Таблица 1.1

Критерии устойчивого развития (по С. Мураи)

Индикатор развития	**Устойчивое**	**Критическое**	**Разрушительное**
Рост населения	<0,5% в год	1,0-1,5% в год	>2,0% в год
Валовой национальный продукт за год	3%<ВНП<5%	8%<ВНП<10%	ВНП>10% ВНП<0%
Обезлесение	<0,1%вгод	0,5-1,0% в год	>1% в год
Отн. площадь лесов	>30%	15-20%	<10%
Площадь пашни	>0,3 га/чел.	0,15-0,2 га/чел.	<0,1 га/чел.
Обеспечение собственным зерном	>90%	60-70%	<50%
Плотность городского населения	<50 чел./га	100-150 чел./га	>200 чел./га
Численность населения города	<0,5 млн чел.	>1 млн чел.	>10 млн чел.

Необходимость разработки геоэкологических индикаторов и индексов с целью оценки состояния стран и его изменения в результате антропогенной деятельности была признана Конференцией ООН по окружающей среде и развитию в Рио-де-Жанейро. Еще до Конференции, в конце 1980-х годов, правительства Канады и Нидерландов приступили к разработке концепции геоэкологических индикаторов. В 1989 г. на ежегодной конференции глав семи наиболее развитых капиталистических стран было принято обращение к Организации Экономического Сотрудничества и Развития (ОЭСР) о разработке геоэкологических индикаторов. (ОЭСР объединяет все развитые капиталистические страны мира). В результате была разработана концепция, организующая геоэкологическую информацию в три взаимосвязанные группы индикаторов: индикаторов нагрузки на окружающую среду, индикаторов ее состояния и индикаторов ее реакции на изменения ее состояния.

Этот подход основан на относительно простых вопросах: Что происходит с

состоянием окружающей среды и природных ресурсов? Почему это происходит? Что общество делает в ответ на эти изменения? Индикаторы состояния дают ответ на первый вопрос, индикаторы нагрузки – на второй, и индикаторы действий, предпринятых обществом в ответ на полученную информацию, – на третий.

Авторы коллективной работы, выполненной в Институте мировых ресурсов (Вашингтон, США) (1995), предлагают задачу разработки следующих четырех ключевых геоэкологических индексов:

- Индекса загрязнения окружающей среды;
- Индекса истощения ресурсов;
- Индекса риска состояния экосистем;
- Индекса экологического воздействия на благосостояние людей.

Индекс загрязнения окружающей среды используется правительством Нидерландов. Он состоит из шести тщательно проанализированных и обобщенных (агрегированных) индикаторов: эмиссии в атмосферу газов с парниковым эффектом, асидификации окружающей среды, эвтрофикации окружающей среды, дисперсии токсичных веществ, обработки твердых отходов, неудобства от запахов и шума. Этот индекс отражает суммарное давление на окружающую среду как поглотитель загрязнений. Для этого необходимо было совмещать несравнимые величины, что было достигнуто посредством придания различного веса каждой из проблем, отраженных соответствующим индикатором. Вес определялся на основе существующего различия между текущим значением индикатора и его долгосрочной целью: чем значительнее различие, тем больше вес. Наибольший вес был придан индикаторам эмиссии газов с парниковым эффектом, дисперсии токсичных веществ и асидификации (в порядке снижения приоритетности). Общий тренд за период 1980-1991 гг. демонстрирует снижение геоэкологической нагрузки приблизительно на 15%, главным образом, благодаря выполнению долгосрочной национальной стратегии устойчивого развития.

Тенденции изменения, как индивидуальных индикаторов, так и композитного индекса загрязнения указывают на то, движется ли страна к цели устойчивого развития или удаляется от нее.

Индикаторы загрязнения окружающей среды Нидерландов публикуются правительством, ежегодно начиная с 1991 г. Они привлекают значительное внимание общественности. По ним судят об успешности деятельности правительства и частного сектора. Индикаторы сжимают огромное количество данных в простые и понятные показатели, они ведут к обсуждению конкретных действий в области снижения загрязнения окружающей среды и способствуют, таким образом, выполнению стратегии устойчивого развития, принятой парламентом Нидерландов.

Сравнение такого индекса для ряда подобных стран позволит сравнивать степень их экосферного загрязнения и определять приоритетные направления для международного сотрудничества.

Киотский протокол. Глобальное потепление климата Земли является одной из наиболее существенных проблем, вставшей перед человечеством в по-

следние 20 лет. В значительной степени возникновение этой проблемы связано с антропогенным ростом концентрации парниковых газов в атмосфере (углекислого газа, оксидов азота, метана, гидрофторуглеродов, перфторуглеродов и гексафторида серы). Согласно оценкам II отчета Межправительственной рабочей группы экспертов по изменению климата, при условии сохранения существующих тенденций роста выбросов парниковых газов в следующие 100 лет произойдет глобальное потепление климата Земли на 2,5-3,0°С. Существенным образом это изменение затронет и Россию, где площадь территорий с положительными аномалиями температуры за последние годы постоянно превышает площадь с отрицательными.

В целях организации международной деятельности по предотвращению изменении климата в июне 1992 г. в Рио-де-Жанейро на Конференции ООН по окружающей среде и развитию была принята Рамочная конвенция ООН по изменению климата.

Киотский протокол к Рамочной конвенции был принят на III сессии Конференции участников Конвенции (COP-3) в Киото, Япония, 10 декабря 1997 г. Основной целью этого Протокола является определение принципов международной и страновой политике в области предотвращения глобального потепления климата посредством снижения антропогенных выбросов парниковых газов развитыми и индустриальными странами и установление рамочных ограничений на эти выбросы. До настоящего времени Киотский протокол еще не ратифицирован всеми подписавшими его участниками.

Энергетический сектор является одним из основных источников выбросов CO_2 и других парниковых газов, поэтому именно на энергетику ложится задача обеспечения наибольшего вклада в сокращение выбросов парниковых газов за счет создания более экологически приемлемых способов производства и использования энергии.

В силу вышеизложенного, реализация целей Киотского протокола является первоочередной задачей как государств Приложения I Протокола, так и остальных стран мира.

Приведем краткий обзор основных положений Киотского протокола и мер по их реализации.

В целях выполнения целей и задач Киотского протокола страны Приложения I к Рамочной конвенции обязались осуществлять политику в области энергоэффективности, расширения использования нетрадиционных и возобновляемых источников энергии и улучшения функционирования внутренних рынков применением рыночных инструментов в соответствии со особенностям каждой страны.

В соответствии со Статьей 3 Протокола страны Приложения I были намерены отдельно или совместно уменьшать свои выбросы парниковых газов в соответствии с целями Приложения к Киотскому протоколу для уменьшения совокупных эмиссий, по меньшей мере на 5% за период 2008-2012 гг. Снижение выбросов могло быть достигнуто посредством торговли квотами на выбросы, совместного исполнения обязательств странами Приложения I и путем применения механизма чистого развития (вне Приложения I).

Страны, не вошедшие в Приложение I, не приняли на себя обязательств по снижению будущих выбросов. Таким образом, наибольшие обязательства по реализации положений Киотского протокола ложатся на страны, указанные в Приложении I к Рамочной конвенции (Приложение «В» к Протоколу), на долю которых в середине 90-х годов XX века приходилось более 60% всех выбросов парниковых газов. В число этих стран входят и все страны МЭА, за исключением Турции. Киотским протоколом были установлены следующие нормативы снижения и дальнейшего поддержания уровня выбросов парниковых газов к отчетному периоду 2008-2012 гг. (табл. 1.2).

Таблица 1.2

Задания по ограничениям на выбросы парниковых газов по странам Киотского протокола (отношение за период 2008-2012 гг. к уровню 1990 г., %)

Европейский Союз, Австрия, Бельгия, Дания, Финляндия, Франция, Германия, Греция, Ирландия, Италия, Люксембург, Нидерланды, Португалия, Испания, Швеция, Великобритания, Швейцария, Лихтенштейн, Монако, Болгария, Румыния, Словакия, Словения, Чехия, Латвия, Литва, Эстония	8
США	7
Канада, Япония, Венгрия, Польша	6
Хорватия	5
Россия, Украина, Беларусь, Новая Зеландия	0
Норвегия	+1
Австралия	+8
Исландия	+10

Примечание. По данным Energy Policy of IEA Countries 1998 Review, OECD/IEA, Paris,1998.

Страны, перевыполнившие свои обязательства в первый отчетный период, согласно Протоколу смогут использовать это уменьшение в следующих отчетных периодах. Обязательства на следующий отчетный период будут закладываться за 7 лет до окончания первого отчетного периода. Таким образом, для первого периода это должно было произойти в 2005 г.

В соответствии с положениями Протокола страны Приложения I обязуются минимизировать негативное воздействие на состояние климата, а также оказывать помощь развивающимся странам в действиях по его предотвращению посредством финансирования, страхования и передачи технологий в данные страны.

В июне 1998 г. Совет министров ЕС по охране окружающей среды утвердил соглашение о распределении между странами ЕС обязательств по сокращению выбросов, что предусмотрено Протоколом: любые страны-участницы Приложения I, достигшие соглашения о совместном исполнении обязательств, могут считать, что их обязательства выполнены, если их суммарные совокупные выбросы парниковых газов не превышают суммарный уровень, установленный Киотским протоколом. Распределение обязательств между странами ЕС было следующим:

Люксембург – 28 %; Германия – 21%; Дания – 21%; Австрия – 13%; Великобритания – 12,5%; Бельгия – 7,5%; Италия – 6,5%; Нидерланды – 6%; Финляндия – 0%; Франция – 0%; Швеция – +4%; Ирландия – +13%; Испания –

+15%; Греция – +25%; Португалия – +27%.

Стороны Приложения I имеют возможность передавать или приобретать единицы сокращений выбросов парниковых газов, полученные от реализации проектов, направленных на сокращение антропогенных выбросов или увеличение поглощения парниковых газов в любых секторах экономики. При этом Протоколом рекомендовано, чтобы данные проекты являлись дополнительными мероприятиями по отношению к национальным действиям по снижению эмиссии парниковых газов.

Данное положение может способствовать и уже используется Россией для получения целенаправленных инвестиций и современных энергоэффективных, энергосберегающих и более экологически чистых технологий развитых государств.

В соответствии с Протоколом все его участники обязуются разрабатывать, публиковать, осуществлять и своевременно пересматривать программы, включающие мероприятия по снижению выбросов и адаптации к изменениям климата в энергетическом, промышленном и в транспортном секторах. Стороны также должны разрабатывать и поощрять распространение экологически чистых технологий. Особый упор должен быть сделан на научно-техническое сотрудничество и развитие участия в межгосударственных мероприятиях в этой области. Финансовые ресурсы для реализации указанных действий могут предоставляться странами Приложения I через двустороннее, региональное и многостороннее участие.

Киотским протоколом был предусмотрен ряд инструментов, стимулирующих сотрудничество между государствами, указанными в Приложении I: механизм совместного выполнения, механизм чистого развития и торговля квотами на выбросы парниковых газов.

В соответствии с механизмом чистого развития страны, указанные в Приложении I, начиная с 2000 г. имели возможность оказывать помощь странам, не упомянутым в Приложении I, с зачетом в своих обязательствах сокращений выбросов парниковых газов, полученных в результате реализации проектов, выполненных с участием стран, оказывающих помощь. Этот механизм позволяет, например, России осуществлять экологические проекты на территории стран СНГ с зачетом ее выбросов, которые в дальнейшем можно будет использовать в торговле квотами.

Торговля квотами на выброс парниковых газов позволяет сторонам Приложения I производить перераспределение квот на выбросы, в том числе коммерческую передачу или приобретение прав на выбросы в целях исполнения своих обязательств в рамках Киотского протокола. Принципы этой торговли должны пройти процесс согласования между сторонами Приложения I.

Механизм торговли позволяет России, являющейся наиболее крупным потенциальным продавцом квот на выбросы, привлечь крупномасштабные инвестиции в отрасли ТЭК, промышленность, транспорт. Сбалансированное применение механизмов гибкости, предусмотренных Киотским протоколом, позволило бы России привлекать и использовать современные технологии и одновременно поддерживать резерв квот на выбросы для выполнения своих обя-

зательств и создания гарантии устойчивого экономического развития на перспективу.

Анализ потенциальных объемов выбросов парниковых газов в долгосрочном периоде, проведенный специалистами Института энергетической стратегии Минтопэнерго России, показывает необходимость реинвестирования средств, полученных от использования данных механизмов, в дальнейшие крупномасштабные мероприятия, при этом такое реинвестирование не может осуществляться исключительно на коммерческой основе и требует специального регулирования.

Для России наибольший интерес представляют предусмотренные Протоколом проекты совместного осуществления, торговля квотами на выбросы, совместное финансирование с участием МФО и специальных многосторонних экологических и кредитных фондов.

Прибыль от торговли квотами на выбросы парниковых газов для России к 2020 г. может составить сотни миллионов долларов, при этом ее размер зависит от соблюдения ограничений на выбросы парниковых газов. В связи с этим Россия должна занимать твердую позицию на всех переговорах, связанных с использованием механизмов гибкости. Для контроля движения этого предмета торговли необходимо создать общую систему учета. Формирование международных фондов по страхованию рисков и инвестированию в проекты по сокращению выбросов позволит существенно снизить издержки, связанные с выполнением подобных проектов.

В настоящее время в целях практического применения механизмов гибкости Киотского протокола Минтопэнерго России и Госкомэкологии России в рамках Межведомственной рабочей группы подготовило комплексную программу по модернизации объектов электроэнергетики, нефтяной, нефте- и газоперерабатывающей и нефтехимической промышленности в целях сокращения выбросов парниковых газов на предприятиях ТЭК.

Наибольший интерес для России в этом отношении представляют США, Япония, Канада, Франция и Италия, которые заинтересованы в выполнении своих обязательств по Киотскому протоколу путем использования механизмов гибкости.

В настоящее время наиболее активно развивается сотрудничество с Японией. В рамках данной программы подготовлен перечень из 86 потенциальных проектов, из которых предварительно отобрано 20. По девяти проектам японской стороной подготовлено предварительное ТЭО, было выбрано два пилотных проекта**.** Для этих целей правительством Японии должно быть принято решение о выделении льготного Экологического кредита (40 лет погашения с 10-летней отсрочкой платежа, процентная ставка – LIBOR+0,75% годовых). Одним из существенных условий реализации проектов является предоставление государственных гарантий по кредитам. В качестве не денежных гарантий может быть рассмотрена передача японской стороне квот на выбросы, в том числе полученных в результате модернизации предприятий в России.

Реализация данной программы очень важна с точки зрения привлечения инвестиций в отечественную энергетику, а также возможности адаптации со-

временных технологий и увеличения экономической эффективности функционирования предприятий российского ТЭК.

В настоящее время интерес к реализации экологических проектов в российской энергетике проявили также Италия и Франция. В целом, реализация положений Протокола позволит значительно улучшить экологическую ситуацию в России и других странах с переходной экономикой.

В развитых странах прилагаются значительные усилия к реализации положений Киотского протокола. В частности, в ЕС приняты директивы по развитию нетрадиционных и возобновляемых источников энергии и атомной энергетики, по энергоэффективности и энергосбережению, повышению экологичности использования угля, по введению экологических налогов на потребление топлив и ряд других основополагающих документов, прямо или косвенно направленных на реализацию целей Киотского протокола.

Политика и тенденции в области нетрадиционных и возобновляемых источников энергии, повышения энергоэффективности и энергосбережения. Вполне очевидно, что экстенсивное развитие энергетики сопровождается значительным отрицательным воздействием на окружающую среду. Кроме того, увеличение производства и потребления энергии без одновременного снижения энергоемкости мировой экономики приведет к достаточно скорому исчерпанию невозобновляемых источников энергии, таких как нефть и газ. Проблема их сохранения и надлежащего использования становится особенно актуальной вследствие того, что ископаемые топлива служат также сырьем для нефтехимии.

С учетом все возрастающего потребления энергии единственным путем снижения энергоемкости является разработка и внедрение энергосберегающих и энергоэффективных технологий и методов, а также расширение использования нетрадиционных и возобновляемых источников энергии, таких как энергия солнца и природных процессов, биомасса, и, возможно, энергия управляемого термоядерного синтеза.

Разработка эффективной современной и перспективной политики, направленной на снижение энергоемкости экономики и расширение использования нетрадиционных и возобновляемых источников энергии, является предметом постоянного внимания как отдельных стран, включая Россию, так и международных сообществ, в первую очередь, объединяющих развитые страны, в особенности страны ЕС и ОЭСР.

Базовая энергетическая политика стран МЭА фокусируется на следующих основных задачах:

- решении экологических проблем в энергетике в соответствии с целями Киотского протокола, предусматривающем в основном снижение эмиссий CO_2 за счет использования не возобновляемых источников энергии;
- повышении энергосбережения и энергоэффективности в отраслях энергетики и в промышленности в целом;
- повышении экономической эффективности энергетики, в первую очередь посредством усиления конкуренции и дерегулирования рынков электроэнергии и газа (в особенности в ЕС).

Одновременное достижение всех указанных выше целей может вызвать существенные затруднения. В то время как первые задачи требуют для своего решения государственного регулирования и проведения специальной экологической и научно-технической политики, решение третьей опирается на применение рыночных механизмов. Например, в то время как высокие цены оказывают стимулирующее влияние на развитие энергоэффективности и энергосбережения, разумеется, при условии наличия достаточного инвестиционного потенциала и соответствующих технологий, политика открытого рынка направлена на их снижение. В то же время существуют аспекты, по которым данные направления дополняют друг друга. Например, замена угля на газ, когенерация тепла и электричества на ТЭЦ, уменьшающая одновременно выбросы CO_2 и других парниковых газов. В конкурентной среде экономические инструменты имеют больше возможностей влиять на повышение эффективности, нежели в монополистической среде, которая в меньшей степени стимулирует промышленный сектор минимизировать издержки.

Общая политика развитых стран по отношению к целям и задачам энергоэффективности и энергосбережения и расширения использования возобновляемых источников энергии базируется на сочетании поощрения инвестиций в новые технологии и создания стимулов к их применению, в том числе налоговых режимов и субсидирования, особенно в странах Европы и США.

Чтобы понять ситуацию, в которой находится Россия, надо ответить на вопросы: «Почему развитые страны, которых в основном и касаются ограничения, являются активными участниками и инициаторами экологических соглашений? Почему это движение имеет большую политическую поддержку развивающихся стран?» Несомненно, играет роль желание всех стран оздоровить среду обитания и избежать неблагоприятных, а для многих и катастрофических последствий ее изменений. Однако не меньшую роль играют и соображения экономической и политической выгоды. Оказалось, что, возглавив это движение и вложив в научные и прикладные исследования определенные средства, можно получить не только большую прибыль, но и целый ряд экономических, социальных и политических преимуществ. В этой связи часто приводится в пример компания Du Pont, которая, являясь одним из крупнейших производителей фреонов, первоначально выступала против возможной связи разрушения озонового слоя с эмиссией ХФУ в атмосферу, но изменила свою позицию, щедро поддержала научные исследования в области физики и химии атмосферы и в нужное время предложила на рынок озонобезопасные технологии и вещества. Похожий путь прошли Imperial Chemical Industries (ICI), Hoechst AG, Atochem SA, Allied Signal Inc., Shows Denko KK, которые сейчас практически монополизировали мировую торговлю не только озонобезопасными продуктами, но и средствами их производства. Более того, Du Pont и ICI оказали влияние на разработку самих критериев оценки опасности веществ для озонового слоя, что помогло им задать определенное направление развития некоторых важных отраслей на последующие годы.

Прямое вовлечение промышленных корпораций в научные, в том числе фундаментальные исследования с одной стороны позволило выполнить целый

ряд дорогостоящих проектов по изучению атмосферы Земли: проведены экспедиции в Антарктику, модернизирована система мониторинга атмосферы, проведены лабораторные эксперименты в области химии атмосферы и многое другое, а с другой – задает некоторые рамки развития научного процесса. Это хорошо иллюстрируется следующим примером: непродолжительный спад содержания озона в 1993-1994 годах, вызванный, как сейчас уже очевидно, естественными процессами, интерпретировался многими учеными, в средствах массовой информации как влияние ОРВ на фазе снижения (1994 г.) и как позитивный результат Монреальского процесса на фазе восстановления нормального уровня озона (1995 г.). При этом все они отлично понимали, что никаких подобных резких глобальных изменений не может происходить из-за большой инертности атмосферы.

Когда экологическое движение становится предметом государственной политики, а не политики одной или нескольких корпораций, то эффект может быть намного более позитивным. Согласно Национальному плану действий в связи с изменением климата, принятому Правительством США в 1993 г., затраты на снижение эмиссии парниковых газов в период 1994-2000 гг. составляет 60 млрд. долларов. Однако за счет повышения эффективности расходования энергии за тот же период будет сэкономлено 60 млрд. долларов. А в период с 2000 по 2010 годы положительный эффект составляет уже 207 млрд. долларов. Поскольку страна параллельно решает целый ряд задач в области развития науки, образования и здравоохранения, а также в области политики и экономики, то, очевидно, инициирование процесса по сохранению климата выгодно США, и квота равная 7% в основном укладывается в заранее запланированные рамки снижения эмиссий.

Аналогичные интересы имеют другие развитые страны Запада и Япония. Страны третьего мира пока участвуют в процессе скорее как заинтересованные сторонние наблюдатели. С одной стороны, не имея развитых научных центров, они не могут ставить под сомнение результаты исследований, согласно которым наиболее тяжелые последствия уменьшения озонового слоя и потепления климата ожидают именно население тропического пояса. С другой стороны, экологические требования и санкции пока не затрагивают развивающиеся страны. По Протоколу, принятому в Киото, они не имеют никаких конкретных обязательств. А по Монреальскому протоколу обязательства не являются жесткими, так как эти страны были ориентированы не на производство, а на потребление ОРВ. К тому же цена основных заменителей ниже, чем ранее использовавшихся фреонов Ф-11 и Ф-12 и составляет примерно 3 доллара за 1 кг вместо 5 долларов.

Россия оказалась в совершенно другой ситуации. Советский Союз, подписывая в 1985 г. конвенцию по защите озонового слоя, руководствовался, скорее, политическими и идеологическими соображениями. На государственном уровне не было сделано практически ничего, чтобы как-то защитить экономические интересы страны, не говоря уже о том, чтобы получить какую-либо выгоду из Монреальских соглашений. Разрушив высокорентабельную отрасль промышленности, связанную с производством ОРВ, 60% которых шли на экс-

порт, Россия не смогла перестроиться на производство озонобезопасных веществ (ОБВ). Соответственно в тяжелом положении оказались смежные отрасли, производящие аэрозоли бытового и технического назначения (46% потребления ОРВ), холодильники и кондиционеры (27%), средства пожаротушения (14%), пенопласты (11%), растворители (2%).

Выделенный Глобальным экономическим фондом на реконструкцию российских предприятий безвозмездный грант в 60 млн. долларов не решает проблемы. Россия еще долго будет вынуждена закупать ОБВ и технологии их производства. К тому же уже заметна тенденция к быстрой смене этих веществ в соответствии с периодически меняющимися критериями опасности. Так фреон Ф-134а – основной заменитель ОРВ – оказался активным парниковым газом (хотя это было известно уже давно) и Du Pont переориентируется на производство новых веществ.

Усиливается прессинг и в части ужесточения санкций к странам, не выполняющим требований соглашений. На Апрельской (1998 г.) встрече руководителей министерств охраны окружающей среды стран большой восьмерки (с участием России) принято решение начать активную борьбу с контрабандным производством и распространением ОРВ. Очевидно, это решение, прежде всего, адресовано России.

Среди многих причин, из-за которых Монреальский процесс обернулся для России бедствием, особо выделяется отстранение отечественной науки от оценки обоснованности принимаемых решений и разработки рекомендаций. Подготовленная сразу после подписания Конвенции в 1985 г. Национальная комплексная программа исследования атмосферного озона, позже трансформированная в Программу перевода отечественной промышленности на производство и использование ОБВ. Что самое парадоксальное, в начале 80-х годов в СССР при этом действовала авторитетная научная школа в области исследований озона, которая имела особо важные достижения как раз в направлении изучения процессов разрушения озонового слоя и образования его неоднородностей. Вполне обоснованно, наши специалисты возражали против однозначного объяснения уменьшения озона действием антропогенных факторов. Сейчас уже всем очевидно, что в значительной степени эти долговременные естественные вариации связанны с солнечной активностью, атмосферной циркуляцией, вулканической деятельностью. Даже при скромной поддержке исследований в области физики и химии атмосферы некоторые положения Монреальского протокола могли бы быть совсем другими, более полезными для нашей страны.

По тем же причинам успех нашей делегации в Киото не вызывает большого удовлетворения. Как и в США, где несколько лет подряд под патронажем президента не только ведутся целенаправленные научные исследования причин изменения климата и возможных последствий, но и реализуются широкие государственные и общественные инициативы в области экономии ресурсов, снижения загрязнения атмосферы, экологического образования детей и молодежи, в России так же предпринимаются заметные действия в этих направлениях.

На примере нашей самой благополучной газовой отрасли можно видеть, к каким сложным поворотам приводит такая позиция. Известно, что наша страна

обладает 36% всех разведанных запасов природного газа – метана. Это огромный потенциал развития отечественной экономики. Но метан относится к парниковым газам, выбросы которых в атмосферу в 2012 г. не должны превышать для России уровня 1990 г.

Совсем недавно западные эксперты провели переоценку времени жизни в атмосфере CH_4 и его парниковый потенциал (эффективность воздействия на климат относительно воздействия CO_2) вырос в 2 раза. Это резко увеличивает возможный вклад CH_4 в общее потепление климата на планете.

Согласно принятым оценкам глобальный поток метана в атмосферу от всех возможных источников, естественных и антропогенных, составляет 470 млн. тонн в год. Из них на долю утечек из систем добычи, переработки и транспортировки газа приходится от 30 до 110 млн. тонн/год. При этом вклад США считается равным 3,2 млн. тонн/год, а всех западных стран вместе – 10 млн. тонн/год. Откуда же тогда такие широкие пределы неопределенности? Они связываются с возможными утечками газа в Восточно-Европейских странах и, прежде всего, в России из-за некачественного оборудования и неэффективной системы ее переработки и транспортировки. Доказательством этого служит повышенный уровень концентрации CH_4 над территорией России в основном в Западной Сибири.

Между тем уникальные измерения над Россией с помощью вагона-лаборатории изотопного состава CH_4, проведенные Институтом физики атмосферы РАН совместно с группой специалистов из Института химии Макса Планка (Германия), возглавляемой лауреатом Нобелевской премии проф. П. Крутценом, показали, что практически весь метан над Западной Сибирью имеет природное биогенное происхождение и никак не связан с газодобычей. Т.е. потери на объектах РАО «Газпром» примерно такие же, как и в западных странах. Эти важные результаты, полученные только благодаря финансовой поддержке со стороны немецкого Института, восприняты учеными разных стран и снимут обвинения России в загрязнении атмосферы метаном, но есть еще множество других рычагов давления на нашу экономику. Особенно с принятием новой конвенции по тропосферному озону.

Вопросы по Главе 1:

1. Назовите основные этапы изучения геоэкологических проблем.
2. Каковы основные принципы географического детерминизма?
3. Энвайронментализм как научное направление изучения геоэкологических проблем.
4. Перечислите основные положения теории Мальтуса.
5. В чем заключаются принципы устойчивого развития?
6. Назовите основные критерии устойчивого развития.
7. Раскройте основные положения Киотского протокола.

Глава 2
Атмосфера

2.1. Основные особенности атмосферы и климата Земли. Влияние деятельности человека на атмосферу и климат

Атмосфера – это газовая оболочка Земли с содержащимися в ней аэрозольными частицами. Она движется вместе с твердой Землей как единое целое и одновременно принимает участие во вращении Земли. Газы сжимаемы, и потому плотность воздуха наибольшая у земной поверхности, убывая кверху. Половина всей массы атмосферы сосредоточена в нижних 5 км, а три четверти – в нижних 10 км.

Атмосфера состоит из концентрических слоев (тропосферы, стратосферы, мезосферы, термосферы, экзосферы и магнитосферы), отличающихся своими характеристиками. В нижнем из слоев – тропосфере – температура воздуха убывает с высотой; средняя величина вертикального градиента температуры составляет 0,6°С/100 м. Выше тропосферы падение температуры с высотой в конце концов сменяется ее ростом. В тропиках толщина тропосферы в среднем составляет 15-17 км, в умеренных широтах – 10-12 км, над полюсами – до 8-9 км. В тропосфере сосредоточено 4/5 всей массы воздуха атмосферы и почти весь водяной пар. Она взаимодействует с нижележащими оболочками Земли.

Большая часть геоэкологических проблем, относящихся преимущественно к атмосфере, сосредоточена в тропосфере, и в особенности на нижней ее границе.

Физическое состояние атмосферы в данной точке в данный момент времени называется погодой. В свою очередь, совокупность атмосферных условий (то есть погод) данной местности за многолетний период называют локальным климатом. Конкретные типы локальных климатов определяются такими географическими факторами как широта места, распределение суши и моря, положение места по отношению к океанам, а также его положение в системе общей циркуляции атмосферы, крупномасштабные особенности рельефа, растительный покров, снежный покров и морские льды, океанические течения. Из локальных климатов складываются географически обусловленные климаты на территориях более высоких рангов, вплоть до континентов, океанов и Земли в целом.

В формировании погоды и климата участвуют три основных взаимосвязанных и взаимообусловленных группы атмосферных процессов, называемых климатообразующими: теплооборот, влагооборот и атмосферная циркуляция.

Вследствие большой подвижности атмосферы и относительно быстрого ее перемешивания в нижних 100 км процентное соотношение содержащихся в ней газов постоянно (в % по объему):

- Азот – 78,08;
- Кислород – 20,95;
- Аргон – 0,93;
- Углекислый газ – 0,03.

На долю остальных нескольких десятков, и даже сотен газов приходится всего лишь 0,01%, но многие из этих газов играют значительную роль в состоянии экосферы.

Процессы и особенности атмосферы изменяются под воздействием деятельности человека. Локальные изменения состояния природно-территориальных комплексов (ландшафтов), такие как возникновение и развитие городов, оросительных и других земледельческих систем, антропогенные преобразования пастбищ, возникновение водохранилищ и пр. ведут к локальным изменениям климата. Крупномасштабные антропогенные изменения поверхности Земли (например, обезлесение, опустынивание, деградация внутренних морей и озер и др.) также обусловливают изменения особенностей теплового и водного режима на больших территориях и акваториях, хотя пока еще менее заметные.

Наряду с изменениями физических особенностей атмосферы с вытекающими отсюда последствиями, происходят антропогенные изменения ее газового состава. По-видимому, в настоящее время роль человека проявляется сильнее в этой области, и химические трансформации в атмосфере создают ряд серьезных геоэкологических проблем. К их числу надо отнести антропогенное изменение климата и его последствия, нарушение естественного состояния озонового слоя, асидификацию экосферы, включая кислотные осадки, и локальное загрязнение атмосферы.

2.2. Антропогенное изменение климата и его последствия. Парниковый эффект

Ведущую роль в парниковом эффекте играет водяной пар, находящийся в атмосфере.

К основным парниковым газам относятся: углекислый газ (диоксид углерода) (CO_2), метан (CH_4), оксиды азота, в особенности N_2O, и озон (O_3). В эту же категорию следует включить не встречающуюся в природе группу газов, синтезируемых человеком, под общим названием хлорфторуглероды.

Парниковый эффект каждого из таких газов зависит от трех основных факторов:

а) ожидаемого парникового эффекта на протяжении ближайших десятилетий или веков (например, 20, 100 или 500 лет), вызываемого единичным объемом газа, уже поступившим в атмосферу, по сравнению с эффектом от углекислого газа, принимаемым за единицу;

б) типичной продолжительности его пребывания в атмосфере;

в) объема эмиссии газа.

Комбинация первых двух факторов носит название «Относительный парниковый потенциал» и выражается в единицах от потенциала CO_2. Она является удобным показателем текущего состояния парникового эффекта и используется в международных дипломатических переговорах. Относительная роль каждого из парниковых газов весьма чувствительна к изменению каждого фактора и к их взаимозависимости, и потому определяется приближенно.

Газы с парниковым эффектом. Для понимания глобального парникового эффекта необходимо понять роль каждого из газов. Как видим, картина отличается большой сложностью и изменчивостью во времени.

Роль *водяного пара,* содержащегося в атмосфере, в общемировом парниковом эффекте велика, но трудноопределима однозначно. При потеплении климата содержание водяного пара в атмосфере будет увеличиваться, тем самым усиливая парниковый эффект.

Диоксид углерода, или углекислый газ, отличается, по сравнению с другими парниковыми газами, относительно низким потенциалом парникового эффекта, но довольно значительной продолжительностью существования в атмосфере – 50-200 лет и сравнительно высокой концентрацией. Доля диоксида углерода в парниковом эффекте составляет в настоящее время около 64%, но эта относительная величина неустойчива, поскольку зависит от изменяющейся роли других парниковых газов.

Основной источник поступления углекислого газа в атмосферу – сжигание горючих ископаемых (угля, нефти, газа) для производства энергии. Около 80% всей энергии в мире производится за счет тепловой энергетики.

Сокращение лесов тропического и экваториального пояса, деградация почв, другие антропогенные трансформации ландшафтов приводят в основном к высвобождению углерода, которое сопровождается его окислением, то есть образованием CO_2. В целом эмиссия в атмосферу за счет преобразования тропических ландшафтов составляет 1,6±1,0 млрд. т углерода.

В атмосфере в результате деятельности человека ежегодно дополнительно накапливается 3,3±0,2 млрд. т углерода в виде углекислого газа.

Мировой океан поглощает из атмосферы (растворяет, химически и биологически связывает) около 2,0±0,8 гигатонн углерода в виде углекислого газа. Суммарные величины поглощения углекислого газа океаном пока непосредственно не измеряются. Они рассчитываются на основе моделей, описывающих обмен между атмосферой, поверхностным и глубинным слоями океана.

Увеличение концентрации диоксида углерода в атмосфере должно стимулировать процесс фотосинтеза. Это так называемая *фертилизация*, благодаря которой, по некоторым оценкам, продукция органического вещества может возрасти на 20-40 % при удвоенной по сравнению с современной концентрацией углекислого газа. Исследования процесса фертилизации проводились пока только в лабораторных условиях. Глобальная оценка поглощения углекислого газа растительностью мира вследствие фертилизации на 1980-е годы составляет 0,5-2,0 млрд. т за год. В балансе антропогенных потоков углерода все пока еще плохо понимаемые процессы, протекающие в экосистемах суши, включая фертилизацию, оцениваются в 1,3±1,5 млрд. т.

Если рассчитать баланс углерода в атмосфере, то цифры не сходятся, невязка баланса значительна, и более глубокое ее объяснение – один из крупнейших, но пока нерешенных вопросов. По-видимому, необходимо более углубленное изучение режима антропогенного углерода как в Мировом океане и отдельных его частях, так и в экосистемах суши.

Метан также играет заметную роль в парниковом эффекте, составляющую

приблизительно 19% от общей его величины (на 1995 г.). Метан образуется в анаэробных условиях, таких как естественные болота разного типа, толща сезонной и вечной мерзлоты, рисовые плантации, свалки, а также в результате жизнедеятельности жвачных животных и термитов. Оценки показывают, что около 20% суммарной эмиссии метана связаны с технологией использования горючих ископаемых (сжигание топлива, эмиссии из угольных шахт, добыча и распределение природного газа, переработка нефти). Всего антропогенная деятельность обеспечивает 60-80% суммарной эмиссии метана в атмосферу.

В атмосфере метан неустойчив. Он удаляется из нее вследствие взаимодействия с ионом гидроксила (ОН) в тропосфере. Несмотря на этот процесс, концентрация метана в атмосфере увеличилась примерно вдвое по сравнению с доиндустриальным временем и продолжает расти со скоростью около 0,8% в год.

Эмиссия метана из болот зоны избыточного увлажнения Северного полушария и из районов вечной мерзлоты весьма чувствительна к изменениям температуры и осадков. Измерения показывают, что рост температуры и увеличение увлажненности (то есть продолжительности нахождения территории в анаэробных условиях) еще более усиливают эмиссию метана. Это характерный пример положительной обратной связи. Наоборот, снижение уровня грунтовых вод из-за пониженной увлажненности должно приводить к уменьшению эмиссии метана (отрицательная обратная связь).

Текущая роль *оксида азота (N_2O)* в суммарном парниковом эффекте составляет всего около 6%. Концентрация оксида азота в атмосфере также увеличивается. Предполагается, что его антропогенные источники приблизительно вдвое меньше естественных. Источниками антропогенного оксида азота является сельское хозяйство (в особенности пастбища в тропиках), сжигание биомассы и промышленность, производящая азотсодержащие вещества. Его относительный парниковый потенциал (в 290 раз выше потенциала углекислого газа) и типичная продолжительность существования в атмосфере (120 лет) значительны, компенсируя его невысокую концентрацию.

Хлорфторуглероды – вещества, синтезируемые человеком, и содержащие хлор, фтор и бром. Они обладают очень сильным относительным парниковым потенциалом и значительной продолжительностью жизни в атмосфере. Их итоговая роль в парниковом эффекте составляет, на середину 1990-х годов, приблизительно 7%. Производство хлорфторуглеродов в мире в настоящее время контролируется международными соглашениями. Так, Венской конвенцией 1985 г. и Монреальским протоколом 1987 г. по защите озонового слоя были запрещены производства низших хлорфторуглеродов.

Озон - важный парниковый газ, находящийся как в стратосфере, так и в тропосфере. Он влияет как на коротковолновую, так и на длинноволновую радиацию, и потому итоговые направление и величина его вклада в радиационный баланс в сильной степени зависят от вертикального распределения содержания озона, в особенности на уровне тропопаузы, где надежных наблюдений пока недостаточно. Поэтому определение вклада озона в парниковый эффект сложнее по сравнению с хорошо перемешиваемыми газами.

2.3. Асидификация экосферы и кислотные осадки

Аэрозоли – это твердые частицы в атмосфере диаметром от 10^{-9} до 10^{-5} м, или от 10^{-3} до 10^{1} микрон. Они образуются вследствие ветровой эрозии почвы, извержений вулканов и других природных процессов, а также благодаря деятельности человека (сжигание горючих ископаемых и биомассы).

Антропогенные аэрозоли двояко влияют на радиационный баланс Земли:

а) непосредственно, через поглощение и рассеивание солнечной радиации;

б) косвенно, так как аэрозоли действуют как ядра конденсации, играющие важную роль в образовании и развитии облаков, влияющих, в свою очередь, на радиационный баланс.

Существует много неопределенностей в понимании роли аэрозолей в парниковом эффекте из-за высокой региональной изменчивости их концентрации и химической композиции, при малом количестве непосредственных наблюдений. В целом можно сказать, что антропогенные аэрозоли снижают величину радиационного баланса, то есть несколько компенсируют антропогенный парниковый эффект.

Асидификация – это антропогенный природный процесс повышения кислотной реакции компонентов экосферы, прежде всего атмосферы, гидросферы и педосферы, а также и усиления воздействия повышенной кислотности на другие природные явления. Кислотные осадки известны еще с середины прошлого века, когда в окрестностях Манчестера (Англия) Роберт Ангус Смит измерил кислотность атмосферных осадков и в результате измерений назвал их кислотными дождями. Затем, более 50 лет тому назад, в Скандинавии возникла проблема асидификации внутренних вод суши, в особенности озер. В последующие годы стало больше известно о воздействии кислотных компонентов на ухудшение состояния почв и о влиянии увеличивающейся кислотности на биологические компоненты ландшафтов суши. Одновременно увеличивались, и еще будут расти площади мира, подверженные процессу повышения кислотности. Так локальное явление кислотных осадков в небольшом старопромышлением районе Англии превратилось в глобальную проблему асидификации.

В естественных условиях атмосферные осадки обычно имеют нейтральную или слабо кислую реакцию, то есть показатель их кислотности/щелочности обычно меньше 7,0 (pH < 7). В присутствии углекислого газа и при температуре 20°C дождевая вода имеет pH равный 5,6. В присутствии других природных газов pH дождевой воды снижается примерно до 5,0. Однако, часто случается выпадение атмосферных осадков, имеющих значительно более кислую реакцию. Кислотная реакция осадков может быть в 10 раз больше (pH = 4), и даже временами, в очень загрязненных районах, достигать величины 3,5. Принято, что кислотные осадки (или «кислотные дожди») это осадки с pH < 5.

Кислотные осадки бывают двух типов: сухие, обычно выпадающие невдалеке от источника их поступления в атмосферу, и влажные (дождь, снег и пр.), распространяющиеся на большие расстояния, соизмеримые с размерами континентов, и потому зачастую превращающие проблему кислотных осадков в международную.

Основные компоненты кислотных осадков – аэрозоли оксидов серы и азота (SO_X и NO_X), которые при взаимодействии с атмосферной, гидросферной или почвенной влагой образуют серную, азотную и другие кислоты. Аммиак (NH_3) – еще один основной компонент кислотных осадков.

Кислотные осадки имеют как естественное, так и антропогенное происхождение. Основные природные источники – извержения вулканов, лесные пожары, дефляция почв и др. Источниками антропогенных кислотных осадков являются процессы сжигания горючих ископаемых, главным образом угля, в тепловых электростанциях, в котельных, в металлургии, нефтехимической промышленности, на транспорте и др. Пока основным источником энергии остаются горючие ископаемые, в целом для мира доля антропогенных источников будет неуклонно увеличиваться, ухудшая состояние атмосферы, а через нее и экосферы в целом. Напомним, что тепловая энергетика – также и источник эмиссии углекислого газа, главного фактора глобального изменения климата.

В настоящее время антропогенная эмиссия кислотных соединений для мира в целом превышает их суммарные естественные выбросы, а в Северном полушарии это соотношение достигает 90:10. Так, в 2000 году антропогенная эмиссия диоксида серы в атмосферу втрое превышала природные выбросы (соответственно 75 и 25 млн. т. в год).

Эмиссия азота только вследствие сжигания горючих ископаемых более чем вдвое превысила основные природные выбросы.

Другой источник кислотных соединений – сельское хозяйство. В настоящее время естественная фиксация соединений азота в процессе построения растительной массы уже не в состоянии обеспечить потребности земледелия в этом биогенном элементе. Приходится увеличивать использование азотных удобрений и расширять площади под бобовыми и рисом, поскольку эти культуры обладают азотфиксирующими свойствами. Часть азотных соединений при этом уходит в окружающую среду.

Вследствие широкого использования ископаемого топлива в Европе и Северной Америке, эти территории выбрасывают в атмосферу около 70% общемирового объема веществ, образующих антропогенные кислотные осадки, при населении, составляющем только 14% населения мира. Основные области распространения кислотных осадков - промышленные районы (Северная Америка, Западная Европа, Япония, Корея и Китай, промышленные узлы в России, отдельные пятна в развивающихся странах). Доля развивающихся стран в распространении кислотных осадков постоянно нарастает, и будет еще увеличиваться. В особенности заметным будет усиление асидификации в Азии.

По состоянию на начало 90-х годов XX века, вклад России в глобальную эмиссию диоксида серы составлял 12%, оксидов азота – 6%. Вклад США – соответственно 21% и 20%. Суммарное поступление оксидов азота на единицу площади США в 11 раз больше, чем в России, а диоксида серы – в три раза. Эти цифры не говорят о хорошей экологической ситуации в России, они лишь указывают на то, что экологическая нагрузка по кислотным выпадениям в США относительно выше, чем в нашей стране. На территории России фоновое загрязнение оксидами серы и азота отмечается практически повсеместно, в осо-

бенности в Европейской части России.

Так же как изменение климата тесно взаимосвязано с антропогенными воздействиями на глобальный биогеохимический цикл углерода, так кислотные осадки и асидификация – это проявление антропогенных изменений глобальных биогеохимических циклов азота и серы.

Поскольку главный антропогенный источник кислотных осадков – тепловая энергетика, то основной путь контроля кислотных осадков - снижение эмиссии оксидов серы и азота посредством таких технологических приемов как использование менее загрязняющего топлива благодаря промывке измельченного угля перед его сжиганием, понижение температуры сжигания угля, извлечение серы из отходящих газов и т.п. Однако все эти приемы повышают стоимость производимой энергии. Другой, принципиально иной путь – экономия в использовании энергии.

Кислотные осадки переносятся на значительные расстояния и поэтому возникает необходимость в международном сотрудничестве в вопросах контроля загрязнения окружающей среды. С этой целью в 1979 г. заключена европейская (с участием США и Канады) Конвенция по трансграничному переносу загрязнений воздуха, к которой впоследствии добавился ряд протоколов по сокращению эмиссий оксидов серы и азота. В процессе выполнения Конвенции достигнуты значительные успехи в снижении асидификации. В большей степени успехи относятся к соединениям серы, в меньшей – к соединениям азота.

Локальное загрязнение воздуха. Выше уже говорилось, что геоэкологические проблемы могут иметь или глобальный, или универсальный характер. Первые охватывают всю Землю или, по крайней мере, имеют размеры, соизмеримые с океанами или континентами. Вторые многократно повторяются во многих точках или небольших территориях мира. Загрязнение воздуха – пример проблемы универсальной, встречающейся как чрезвычайно серьезная локальная проблема во многих местах мира.

Фоновое загрязнение воздуха охватывает площади, соизмеримые с площадью континентов или всего мира. Оно связано с поллютантами, отличающимися относительно продолжительным временем жизни в атмосфере. К ним относятся парниковые газы, оксиды азота и серы и некоторые другие вещества. Рост их концентрации в атмосфере свидетельствует о том, что естественный экологический баланс нарушен, и природная поглотительная емкость атмосферы исчерпана.

На фоновое загрязнение воздуха наложены крупные пятна локального загрязнения. Это в основном проблема больших городов и крупных промышленных предприятий и узлов. Она возникла как одна из первых экологических проблем в промышленно развитых странах, где достигла своего пика приблизительно в 60-х годах XX века. С тех пор благодаря осуществляемым целенаправленным стратегиям качество воздуха в городах Западной Европы, Северной Америки и Японии в целом улучшилось.

Практически во всех больших городах развивающихся стран качество воздуха весьма низкое и продолжает ухудшаться. Это одна из важнейших проблем, влияющая на здоровье людей и состояние городских и пригородных экосистем.

Приблизительные расчеты, например, показывают, что вдыхание вредных веществ за сутки пребывания человека в воздухе Мехико, Одного из самых крупных городов мира, эквивалентно выкуриванию двух пачек сигарет.

В России очень высокое загрязнение атмосферного воздуха (превышение допустимого уровня в 10 и более раз) в 1997 г. наблюдалось в 66 городах, а превышение допустимых концентраций по одной или нескольким примесям отмечалось в 187 городах, где проживает 65,4 млн. человек. Уровень загрязнения воздуха в целом снизился вследствие сокращения промышленного производства, но в ряде городов средние концентрации различных примесей возросли вследствие неритмичности работы предприятий и залповых сбросов загрязнений, а также роста числа частных автомобилей.

Основными источниками загрязнения воздуха являются теплоэнергетика, черная и цветная металлургия, химическая промышленность, транспорт, нефте- и газопереработка. В 150 городах России объем выбросов транспорта превышал объем выбросов промышленных предприятий. В Москве выбросы от работы транспорта в 1993-1997 годах составляли 70-80% общего объема выбросов.

Каждый индустриальный источник загрязнения выделяет в воздух десятки тысяч веществ. Из них основные это пыль, зола, оксиды серы, азота, углерода, соединения тяжелых металлов, углеводороды, озон, органические вещества и др. Вот как они распределяются по некоторым основным группам предприятий-загрязнителей:

- *Теплоэнергетика: оксиды углерода, серы и азота, пыль, металлы;*
- *Транспорт: оксиды углерода и азота, углеводороды, тяжелые металлы;*
- *Черная металлургия: пыль, диоксид серы, фтористые газы, металлы;*
- *Нефтепереработка: углеводороды, сероводород, дурнопахнущие газы;*
- *Производство цемента: пыль.*

Последствия локального загрязнения воздуха столь же многообразны, как и загрязнители. По статистике, собранной в США, в городах с высоким загрязнением воздуха заболеваемость выше чем в сельской местности на 15-17%. Есть все основания полагать, что этот показатель для ряда городов России еще хуже. В экосистемах городов и прилегающих территорий накапливаются вредные вещества (например, тяжелые металлы), а растительность трансформирована или угнетена. Радиус зоны вредных воздействий достигает нескольких десятков километров. Например, вокруг Норильска растительность погибла или чрезвычайно сильно трансформирована на расстоянии до 100 км от города. Подобная ситуация характерна и для центров цветной металлургии Кольского полуострова.

Регулярный государственный учет выбросов загрязняющих веществ, оказывающих вредное воздействие на здоровье человека и окружающую среду, в атмосферный воздух ведется на 18000 предприятий России (по состоянию на 1993 г.). Кроме того, Государственная служба наблюдений за загрязнением окружающей среды Роскомгидромета измеряла концентрации вредных веществ в воздухе почти всех городов России с населением более 100 тыс. жителей (в 334 городах).

Основными направлениями защиты воздушного бассейна являются:

а) Санитарно-технические мероприятия (строительство сверхвысоких труб, установка газопылеочистного оборудования, герметизация производственных процессов и др.). Основная масса очищаемых и улавливаемых веществ - твердые частицы. В России во многих "грязных" отраслях (энергетика, черная и цветная металлургия, химия и пр.) улавливается до 90% пылевых частиц, но уровень очистки от газообразных веществ пока не превышает 30%;

б) Технологические мероприятия (внедрение малоотходных или безотходных технологий, соответствующая подготовка сырья, замена "сухих" технологических способов на "мокрые" и т.п.);

в) Пространственно-планировочные мероприятия (выделение санитарно-защитных зон, планировка городской и промышленной застройки в соответствии с преобладающими ветрами, озеленение и пр.);

г) Контрольно-запретительные мероприятия (введение величин предельно допустимых концентраций веществ и предельно допустимых выбросов в окружающую среду, запрещение производства отдельных веществ, временная приостановка загрязняющей деятельности, мониторинг загрязнения воздуха).

В ряде стран, а также во Всемирной Организации Здравоохранения (ВОЗ) утверждены стандарты, ограничивающие допустимые уровни загрязнения. В России основным показателем, используемым для контроля качества воздуха, являются предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе (ПДК). Используются два типа ПДК: в воздухе рабочей зоны ($ПДК_{рз}$) и в атмосферном воздухе населенного пункта ($ПДК_{ав}$).

$ПДК_{ав}$ – *это максимальная концентрация примеси в атмосфере, отнесенная к определенному времени осреднения, которая при периодическом воздействии или на протяжении всей жизни человека не оказывает на него вредного влияния, включая отдаленные последствия, и не оказывает вредного влияния на окружающую среду в целом*.

Во многих случаях содержание вредных веществ на выходе из трубы превышает величины ПДК, но вследствие турбулентности атмосферы происходит перемешивание и рассеивание примесей, и их содержание на уровне земли может оказаться ниже ПДК. Поэтому для управления качеством воздуха используется норматив, называемый предельно допустимым выбросом (ПДВ) и устанавливаемый с таким расчетом, чтобы концентрация загрязняющих веществ в приземном слое воздуха не превышала нормативов качества воздуха для населения, а также для растений и животных. Если концентрация примесей все же больше, чем ПДК, и снижение ПДВ до требуемых значений не может быть обеспечено по объективным (например, технологическим) причинам, то устанавливаются временно согласованные выбросы (ВСВ).

Принципиальный путь – внедрение малоотходных технологий, иными словами, предотвращение загрязнений, а не очистка от них на заключительном этапе производства.

Несмотря на весьма сложные геоэкологические процессы, связанные с деятельностью человека в атмосфере, все же не будет ошибкой сказать, что из систем четырех основных геосфер (атмосферы, гидросферы, литосферы и биосферы) простейшая – это атмосфера. Под сложностью (или, наоборот, простотой)

понимается количество связей и компонентов, присущее данной геосфере. В атмосфере развились кризисные ситуации общемирового значения возможно, потому, что чувствительность атмосферы к антропогенным воздействиям наивысшая вследствие ее относительной простоты.

2.4. Стратегии, связанные с проблемой изменения климата

Стратегия сотрудничества распадается на два основных компонента: *управление и приспособление*. При стратегии управления проблемой основные усилия направлены на снижение эмиссии парниковых газов, прежде всего углекислого газа. При осуществлении стратегии приспособления разрабатываются, например, комплексные проекты защиты конкретных прибрежных зон (систем) от растущего уровня моря.

Основной документ, регулирующий сотрудничество в области изменения климата, – Конвенция ООН по изменению климата, принятая в июне 1992 г. в Рио-де-Жанейро на Конференции ООН по окружающей среде и развитию.

Конвенция следующим образом определяет понятие «изменение климата»: «*Изменение климата, которое приписывается прямо или косвенно деятельности человека, изменяющей состав атмосферы Земли, в дополнение к естественным колебаниям климата, наблюдаемым за периоды времени сравнимой продолжительности»*. Основная задача Конвенции записана в ее Статье 2. Это «*... стабилизация концентраций парниковых газов в атмосфере на таком уровне, который предотвратил бы опасное антропогенное вмешательство в климатическую систему. Этот уровень должен быть достигнут в пределах времени, необходимого для естественной адаптации экосистем к изменениям климата, с тем, чтобы не подвергнуть риску производство продовольствия и позволить продолжать экономическое развитие устойчивым образом.*» В соответствии с Конвенцией, страны-участники должны взять на себя обязательство по сокращению эмиссии парниковых газов, и прежде всего углекислого газа.

В рамках Конвенции действуют механизмы переговоров и консультаций, конкретизирующих выполнение общей задачи. Механизмом всестороннего научного понимания проблемы изменения климата с целью разработки рекомендаций по стратегии является Межправительственный Комитет по изменению климата (Intergovernmental Panel on Climate Change или IPCC), объединяющий, по меньшей мере, несколько сотен ведущих специалистов мира. Межправительственный Комитет вырабатывает рекомендации по стратегии, но решения все же остаются за правительствами, периодически собирающимися на Конференции членов Конвенции.

Отчет Межправительственного Комитета (1995 г.) указывает на следующие главнейшие трудности проблемы изменения климата, стоящие перед правительствами:

- *Проблема содержит много неопределенностей, причем они неизбежны вследствие сложности проблемы;*
- *Уровень затрат, или же невосполнимых потерь, может быть очень высок;*

• *Период планирования чрезвычайно продолжителен;*

• *Сдвиг во времени между эмиссиями парниковых газов и их последствиями весьма велик;*

• *Региональные вариации последствий очень велики, но очень плохо предсказуемы;*

• *Проблема может решаться только на глобальном уровне и только при условии общемирового сотрудничества, что не так просто;*

• *Необходимо разрабатывать стратегии по отношению ко многим парниковым газам и аэрозолям.*

2.5. Международные конвенции по атмосфере и климату и интересы России

Уже первые признаки проявления в 70-е годы этих опасных явлений имели большой общественный резонанс. В отличие от многих «домашних» экологических неприятностей (загрязнение почвы и воды, опустынивание, сокращение видов животных и растительности и т.д.), проблемы, связанные с загрязнением атмосферы, носят глобальный характер. Каждая страна в отдельности ничего не может с ними поделать. К тому же виновниками их появления вполне обоснованно считались промышленно-развитые страны, которые и должны были нести основные расходы по их устранению.

Интенсивные и результативные научные исследования и большая заинтересованность общественности привели к принятию важных международных соглашений:

1) Женевской конвенции о дальнем трансграничном переносе загрязняющих примесей и Протокола к ней о сокращении выбросов NOx;

2) Венской конвенции о защите озонового слоя (1985 г.) и Монреальского протокола об ограничении и запрещении производства озоноопасных хлорфторуглеводородов (1987 г.);

3) Рамочной конвенции об изменении климата (Рио-де-Жанейро, 1992 г.) и Протокола об ограничении выброса парниковых газов (Киото, 1997 г.).

Если первые соглашения по трансграничному переносу носили больше рекомендательный характер, то последующие уже содержали обязательные для исполнения конкретные требования. Беспрецедентным в этом отношении явился Монреальский протокол. Тщательно подготовленные и сформулированные цели, требования и санкции за их неисполнение продемонстрировали возможность решения сложнейших экологических проблем. В 1987 году его подписали 36 стран. Предусматривалось сначала заморозить на уровне 1986 г., а к 1993 г. сократить на 20% производство наиболее опасных ХФУ. Эти требования были с опережением выполнены. В 1990 г. в Лондоне правительства 92 стран приняли обязательства полностью прекратить производство ОРВ к 2000 году. В число запрещаемых веществ были дополнительно включены широко используемые в народном хозяйстве и в быту четыреххлористый углерод, метилхлороформ, метилбромид. В 1992 г. в Копенгагене дата прекращения производства ХФУ была перенесена на 1996 г., а список озоноразрушающих веществ пополнился целым се-

мейством соединений - гидрохлорфторуглеродами. Они должны быть полностью исключены из производства и потребления к 2030 году.

В год десятилетия Монреальского протокола уже 163 страны стали участниками движения за сохранение озонового слоя. Не все страны оказались способны выполнить подписанные соглашения, в том числе и Россия. В 1990 г. в республике производилось 198 тыс. тонн ОРВ, что составляло около 20% от мирового уровня. В 1992 г. производство упало до 146,5 тыс. тонн, а в 1996 г. – до 18 тыс. тонн. Однако полное прекращение производства ОРВ Россия может обеспечить только к 2000 г. Страны Венской конвенции с пониманием отнеслись к предложению Правительства России (1995 г.) продлить срок полного запрещения производства и потребления ОРВ в связи с экономическими трудностями и пока не применяют экономических санкций к нашей стране.

Опыт согласованных международных действий по защите озонового слоя в полной мере был использован странами при разработке конвенции по климату. В 1992 г. 176 стран подписали Рамочную конвенцию и только в 1997 г. – Протокол об ограничении выброса в атмосферу парниковых газов. Подготовка и принятие последнего документа проходили в острой борьбе, поскольку ограничения на величину выброса прямо влияют на развитие промышленности, энергетики, транспорта в каждой из стран участников соглашения.

Протокол предусматривал в целом сократить объем выбросов парниковых газов в период 2008 – 2012 гг. на 5,2% по сравнению с 1990 г. При этом страны ЕС должны были сократить выбросы на 8%, США – на 7%; Япония, Канада, Польша, Венгрия – на 6%. Россия и Украина могли сохранить величину эмиссии на уровне 1990 г. Российская делегация комментировала это решение как успех отечественной дипломатии.

Участники конференции в Киото пошли значительно дальше, по сравнению с Монреальским соглашением. В новом Протоколе в общем виде предложен механизм торговли квотами на эмиссии. Страны, превышающие установленные нормы могут покупать квоты тех стран, где эти нормы не достигаются. Таким образом, начал формироваться совершенно новый экологический рынок квот, на котором, очевидно, будут сосредоточены огромные финансовые ресурсы.

Подобное успешное продвижение в направлении экологической безопасности заставляет пересмотреть первые мало эффективные решения, касающиеся улучшения качества приземного воздуха. В 1996 г. на встрече министров экологии ряда Европейских стран был инициирован процесс подготовки новой конвенции о тропосферном озоне, концентрация которого в приземном воздухе за последние 100 лет выросла в 2-3 раза и приблизилась к тому уровню, когда озон становится опасным для человека и живой природы (содержание озона в тропосфере составляет 12-15% от общего количества и поэтому его рост не компенсирует разрушения стратосферного озонового слоя). Предварительное обсуждение возможных ограничительных и запретительных мер показало, что список запрещенных к производству веществ будет существенно более весомым, чем в двух предыдущих случаях. Очевидно, эти меры затронут многие жизненно важные отрасли народного хозяйства. Кроме того, будущая конвен-

ция имеет более выраженный региональный характер и поэтому, возможно, запреты, ограничения и распределение квот на эмиссии будут проводиться, в том числе, и по отдельным регионам.

Вопросы по Главе 2:

1. Опишите строение атмосферы и дайте характеристику газовому составу атмосферы.

2. Назовите основные причины формирования и негативные последствия парникового эффекта.

3. Раскройте механизм образования кислотных дождей и их влияние на биосферу.

4. Назовите основные направления защиты атмосферы от промышленных загрязнителей.

5. Перечислите основные стратегии защиты от глобального потепления.

6. Раскройте содержание международных конвенций по атмосфере и климату.

Глава 3
Гидросфера

3.1. Основные особенности гидросферы

Гидросфера – водная оболочка Земли, представляющая совокупность всех водных объектов планеты: океанов, морей, рек, озер, болот, ледников, снежного покрова и подземных вод. В состав гидросферы также входит вода в атмосфере, почвенная влага и вода живых организмов. В гидросфере представлены основные фазовые состояния воды – жидкое, твердое и газообразное. Это сплошная оболочка Земли, хотя иногда и невидимая, в случае, когда она представлена только водяным паром или почвенной влагой.

Даже в сверхаридных пустынях суммарный запас воды в атмосфере и почве (даже без учета подземных вод) составляет 10^4г/см^2, то есть 100000 мм. Суммарные запасы воды всех видов в различных точках мира очень сильно различаются: например, различие между океаном и пустыней составляет по крайней мере 10^3 раз.

«Невидимость» гидросферы в отдельных ее участках также совсем не означает, что ее роль пренебрежимо мала. Наоборот, водяной пар в атмосфере – необходимый участник важнейшего геоэкологического процесса: создания первичной биологической продукции, или фотосинтеза, а почвенная влага – практически обязательный компонент процесса создания растительной биомассы Земли. Кроме того, как водяной пар, так и почвенная влага играют важнейшую роль в глобальном гидрологическом цикле.

Пространственно гидросфера фактически совпадает с экосферой. Гидросфера проникает во все другие геосферы и играет важнейшую роль в глобальных процессах обмена веществом и энергией. Вода в природе принимает участие, часто решающее, во многих разнообразных природных процессах и, в соответствии с особенностями того или иного процесса, отличается различной подвижностью. Кроме того, вода гидросферы играет важнейшую роль в глобальном цикле вещества, осуществляя эрозию и денудацию горных пород, перенос и отложение продуктов их разрушения.

Вода обладает чрезвычайно высокой растворяющей способностью. Дистиллированной воды в природе не бывает вовсе, и, наоборот, природные растворы разнообразнейшего содержания и различной концентрации встречаются всюду в экосфере и играют решающую роль в глобальных геологических и биогеохимических круговоротах веществ. По словам В.И. Вернадского о значении воды: «*... нет природного тела, которое могло бы сравниться с ней по влиянию на ход основных, самых грандиозных геологических процессов*».

Физические свойства воды весьма специфичны: большие величины скрытой удельной теплоты фазовых переходов (испарения, конденсации, таяния, сублимации), значительная теплоемкость, малая молекулярная теплопроводность, нетривиальная зависимость плотности от температуры и др. Эти специфические свойства оказывают серьезное влияние на те, многие природные процессы, в которых участвует вода. В особенности значительную роль в глобаль-

ных процессах играет очень высокая величина скрытой удельной теплоты испарения-конденсации, потому что 84% солнечной радиации, поглощаемой поверхностью Земли, расходуется на испарение. Это, в свою очередь, обеспечивает влагоперенос и, в конечном итоге, круговорот воды, или гидрологический цикл. Тем самым, энергия Солнца как бы запускает и поддерживает глобальный круговорот воды.

Другое очень важное физическое свойство воды это ее высокая теплоемкость, определяющая многие природные процессы. Например, огромный теплозапас океанов оказывает решающее влияние на геоэкологическое состояние Земли.

Океаны и моря покрывают 71% общей площади Земли, а вместе с водными объектами суши (ледники, озера, водохранилища, болота и др.) общая покрытость Земли водой составляет почти 3/4. Это обстоятельство, вследствие высокой теплоемкости воды и значительной энергии ее фазовых переходов, имеет огромное значение для теплового и водного режима нашей планеты, а потому является решающим в формировании почв и растительности и, следовательно, всего облика Земли.

В Мировом океане содержится 96,4% общего объема гидросферы. Эта огромная масса состоит из двух слоев: верхнего, относительно теплого, и основного, холодного, с температурами 4°С и ниже. Океан играет важнейшую и весьма неоднозначную роль терморегулятора экосферы.

На суше основную массу воды содержат ледники (1,86% от общих запасов и 70,3% от запасов пресных вод), существенно влияющие, благодаря их высокой отражательной способности (альбедо), на формирование глобального теплового баланса атмосферы и поверхности Земли. Общий объем подземных вод составляет 1,68% гидросферы. Из них примерно половина – пресные воды.

Из общего объема вод гидросферы – 1338 млн. км^3, пресных вод – всего лишь 2,64%, что составляет слой воды на поверхность суши мира равный приблизительно 240000 мм.

Мировой океан, ледники и подземные воды, то есть водные объекты замедленного водообмена, содержат 99,94% всей воды гидросферы. Реки – важнейший компонент гидросферы, отличающийся высокой скоростью водообмена. Суммарный объем воды в реках мира составляет 0,0002% от общих запасов воды и 0,005% от запасов пресных вод. Однако роль именно этой, «быстрой» влаги в функционировании экосферы и отдельных ее частей столь велика, что ее невозможно переоценить. Кроме того, именно эта вода – один из основных природных ресурсов, используемых человечеством, отличающийся к тому же высокой скоростью возобновления.

Важнейшим процессом в экосфере является глобальный круговорот воды, или, по другой терминологии, гидрологический цикл. Он служит основой единства географической оболочки, играя важнейшую роль во всемирном обмене веществом и энергией. Главным образом, под воздействием солнечной энергии вода испаряется с поверхности океанов и суши. Испарившаяся влага включается в процесс атмосферного влагопереноса. При этом часть атмосферного потока влаги выпадает в виде атмосферных осадков, снова испаряется, снова выпадает

в виде осадков, и т.д. Так осуществляются влагообороты в пределах материков и океанов.

Глобальный круговорот воды состоит из океанического и материкового звеньев, взаимосвязанных обменом водяного пара между океаном и сушей, и стоком с суши в океан. Преобладающая часть выпадающих на сушу осадков испаряется, остальное стекает в океан, главным образом, в виде речного стока, а также стока подземных вод и отрыва ледников в море. На почти третьей части неледниковой поверхности суши речные воды не имеют стока в океан и заканчиваются в бессточных впадинах, часто заполненных озерами.

Состояние гидросферы Земли, а также и любой ее части, характеризуется ее *водным балансом.* С достаточной для большинства задач точностью можно принять, что общая масса гидросферы остается постоянной, по крайней мере, в течение кайнозоя, то есть последних десятков миллионов лет. Изменения гидрологического состояния Земли связаны не с изменениями общего мирового объема воды, а с пространственным перераспределением воды, в особенности с изменениями соотношения запасов воды в океанах и ледниковых покровах. При большем развитии оледенения на Земле вода гидросферы в большей степени концентрируется в ледниках, и уровень Мирового океана понижается. И наоборот, высокий уровень океана соответствует относительно малому объему ледниковых покровов. Проявления этого соотношения наблюдаются в настоящее время, в связи с последствиями изменения климата.

Уравнения водного баланса для океана и суши со стоком в океан и областей внутреннего стока (бессточных) выглядят следующим образом:

Для Мирового океана: $P_o + R_L - Eo = AW_o$

Для областей со стоком в океан: $P_L - E_L - R_L = AW_L$

Для областей с внутренним стоком: $P_c - E_c = AW_C$

Здесь P – осадки, E – испарение, R – сток, AW – изменения запаса влаги в соответствующей области. Индексы: O – в Мировом океане, L – в областях со стоком в Мировой океан, C – в областях с внутренним стоком.

Сложим почленно все три уравнения, одновременно объединяя однородные компоненты баланса:

$$(P_o + P_L + Pc) - (E_o + E_L + E_c) - (R_L - R_L) = AW_o + AW_L + AW_C.$$

Для Земли в целом (м = о + L + с) получим:

$$P_м - E_м = AW_м.$$

Поскольку, в соответствии со сказанным выше, объем воды на Земле практически постоянен ($AW_м = 0$), то за многолетний период общемировые величины осадков и испарения должны быть равны:

$$P_м = E_м.$$

Все компоненты глобального водного баланса пока определяются с невысокой точностью, около 10-20%, и данные, приводимые различными авторами, заметно отличаются друг от друга.

Осадки на океанах и значительных частях суши измеряются в относитель-

но немногих точках, что при высокой пространственной изменчивости осадков приводит к существенным погрешностям в определении их величин в мировом водном балансе.

Сток, при наличии достаточно продолжительных гидрометрических измерений, определяется с наибольшей, по сравнению с другими компонентами, точностью. Однако во многих районах мира регулярные гидрометрические измерения не проводятся. В особенности следует отметить необходимость, но и недостаточность регулярных наблюдений за стоком крупнейших рек мира.

Испарение, как с суши, так и с водной поверхности, почти совсем не измеряется. Оно или рассчитывается для отдельных точек по физическим формулам, или же определяется как остаточный член водного баланса. Точность его определения для мира или крупных его частей, следовательно, невелика.

Изменения запаса воды также не определяются с высокой точностью. Для глобального водного баланса важнейшими составляющими являются изменения объема океана и покровных ледников. Как мы уже видели выше, измеряемые изменения уровня воды океана не полностью отражают колебания его объема из-за комплекса гидрометеорологических, геотектонических и геоморфологических факторов, из которых только первый отражает изменения объема воды. Что касается ледниковых покровов, то пока даже не удается надежно определить, увеличивается или уменьшается масса ледниковых покровов Гренландии и Антарктиды, не говоря уже о количественных оценках.

Задача более надежного определения компонентов водного баланса мира – одна из важнейших проблем гидрологии и геоэкологии. Есть основания надеяться, что проводящиеся исследования глобального гидрологического цикла в рамках международных программ исследований глобальных изменений принесут более точные результаты.

Влияние деятельности человека на компоненты мирового водного баланса пока затушевывается относительно невысокой точностью определения компонентов. Однако глобальные модели циркуляции климата показывают, что антропогенные изменения климата повысят интенсивность водообмена в глобальном гидрологическом цикле. Влияние изменения климата на гидрологическую ситуацию в отдельных регионах будет весьма значительным.

3.2. Воды суши и деятельность человека. Основные функции вод суши

В природе вода находится в центре большинства взаимосвязей, в том числе между другими геосферами. В обществе вода – критический фактор многих экономических, общественных и политических проблем. В обобщенном виде можно сказать, что воды суши в экосфере выполняют три основные функции, важные с точки зрения геоэкологии:

1) Участника, зачастую ведущего и интегрирующего, в глобальных циклах вещества;

2) Индикатора состояния экосистем, в особенности бассейнов рек или озер;

3)Самого широко употребляемого природного ресурса.

Во многих случаях вода – ключевой фактор основных глобальных экологических проблем. Выше уже отмечалась исключительная роль воды как агента, переносящего растворенные, влекомые и взвешенные вещества. Поэтому она важнейший фактор в глобальных биогеохимических циклах углерода, азота, серы, фосфора и др. и в экзогенной части большого геологического цикла (или цикла эрозии-седиментации). Глобальный гидрологический цикл – это один из основных жизнеобеспечивающих механизмов экосферы, зависящий в то же время от изменения ее состояния.

Гидрологический цикл означает больше, чем водный цикл. Реки мира также приносят в океан около 22 млрд.т наносов и 3 млрд.т растворенных веществ. В пределах бассейнов происходит еще более значительное, не менее чем на порядок большее перемещение вещества, во многом благодаря водному фактору.

Многие острые геоэкологические проблемы связаны с водными проблемами. Ухудшение состояния антропогенно трансформированных естественных и сельскохозяйственных систем является или следствием изменившегося водного режима (часто в результате деятельности человека), или, наоборот, антропогенные изменения систем ведут к изменениям таких важных гидрологических характеристик как водоудерживающая способность почв, перехват осадков растительностью, инфильтрационная способность почв и др., с соответствующими изменениями гидрологического режима. Подобным образом, наводнения и засухи это больше чем избыток или дефицит воды. Их более частая повторяемость может быть результатом нарушения состояния речной системы.

Вода отличается особенностью интегрировать процессы, протекающие на водосборе. При этом речь идет о процессах на любом уровне, от просачивания капель воды в почву в верхней части водосбора до движения мощного потока крупной реки. В целом можно сказать, что вода находится в центре большинства взаимодействий в природе, играя в ландшафте роль, сходную с ролью крови в теле человека. И так же, как анализ крови дает представление о состоянии больного, так и химические и физические особенности природных вод являются объективным индикатором многих процессов, протекающих на водосборе.

Зональные природные процессы хорошо отражены в основных показателях гидрологического режима. Например, реки в зоне влажных тропических лесов многоводны, со слоем стока около 1200 мм, с высокой долей подземного стока (около 50%), постоянно высокой температурой воды (25-27°С). Природные воды этой зоны – ультрапресные (менее 100 мг/л растворенных веществ, и даже в отдельных случаях менее 10 мг/л), гидрокарбонатно-кремнеземного класса, с малой концентрацией взвешенных веществ (менее 50 г/л). В зоне степей, например, картина другая. В зоне степей сток невелик, слой стока порядка 50 мм в год. Водность рек резко изменяется по сезонам года. Сток преимущественно (на 80%) формируется водами, стекающими по поверхности водосбора. Воды пресные, но со значительным содержанием солей (до 1000 мг /л), гидрокарбонатно-кальциевые, мутность воды значительная (до 500 мг/л). Разумеется, эти средние данные носят исключительно иллюстративный характер.

При усилении деятельности человека в бассейне реки или озера природные

воды этого бассейна также соответствующим образом изменяются, что находит свое отражение в индикаторах геоэкологического состояния бассейна. Например, примерно за столетие содержание хлоридов в воде р. Рейн на границе Германии и Голландии увеличилось приблизительно на порядок, что указывает на весьма значительное увеличение антропогенного давления в бассейне.

3.3. Геоэкологические аспекты водного хозяйства. Водные ресурсы и водообеспеченностъ

Вода – наиболее широко используемый природный ресурс. Забор воды из всех источников мира составляет около 4000 км^3 в год. Объем других широко используемых природных ресурсов, таких как уголь или нефть, примерно на три порядка меньше. Громоздкость воды как ресурса приводит к необходимости использования его поблизости от местонахождения, или к большим трудностям и высокой стоимости передачи воды на значительные расстояния. Таким образом, водные ресурсы локальны.

Передача значительных объемов воды с континента на континент и даже на большие расстояния внутри континентов по ряду причин весьма затруднительна. Существуют занимательные предложения по транспортировке воды на большие расстояния. К ним относятся, например, такие предложения как буксирование айсбергов из Антарктиды в страны Персидского залива. Технически такие проекты возможны, и они будут теоретически совершенствоваться и далее. Однако стоимость кубометра такой воды была и останется высокой даже по сравнению с более реальными, но также дорогими способами, например, с опреснением морской воды. Можно представить себе только один сценарий, оправдывающий транспортировку айсбергов: все источники воды мира станут настолько загрязнены, что Антарктида останется единственным надежным источником драгоценной питьевой воды требуемого качества. Остается надеяться, что такой сценарий не станет реальностью.

Управление водными ресурсами удобнее всего осуществлять для всего бассейна реки или озера или бассейна подземных вод. Однако политические и административные границы, как правило, не совпадают с водоразделами. Внутри стран это приводит к неудобной ситуации, когда водное хозяйство осуществляется по речным бассейнам, в то время как большая часть другой экономической деятельности привязана к административному делению.

На международном уровне это может приводить к конфликтам, связанным с использованием водных ресурсов. Около половины населения мира живет в не менее чем 220 международных речных и озерных бассейнах, причем более 25 бассейнов принадлежат четырем и более странам.

Наибольшие трудности в сотрудничестве между областями (штатами) или, тем более, странами, заключаются в том, что территории, расположенные выше по течению реки, находятся в преимущественном положении, поскольку они вольно или невольно могут влиять на водные ресурсы вниз по течению, не будучи заинтересованы ни в количестве, ни в качестве утекающей вниз воды. При этом нижележащим территориям предопределена пассивная роль, поскольку они не

имеют естественных рычагов управления ресурсами, приходящими с верхней части бассейна. Самым ярким примером является ситуация в бассейне Нила, где любые действия в верхнем или среднем течении, ведущие к сокращению стока реки, оказывают неблагоприятное и очень серьезное воздействие на экономику Египта, существование которого в течение всей истории и до сего дня зависит от режима Нила.

Подобным же образом, развитие орошения в бассейне Аральского моря привело к сокращению притока к Сырдарье и Амударье и, как следствие, к катастрофическому падению уровня Арала.

Комиссия ООН по вопросам права сформулировала принципы международного сотрудничества в области водных ресурсов. Они включают четыре межгосударственных обязательства:

1)Информировать соседние государства и консультироваться сними, прежде чем предпринимать какие-либо действия, которые могут привести к изменениям состояния разделяемых водных ресурсов;

2)Регулярно обмениваться гидрологическими данными;

3)Избегать причинения ущерба другим пользователям водных ресурсов;

4)Распределять воду из общего водоисточника «разумно и справедливо».

Водные проблемы зачастую многокомпонентны. В процессе их использования возникают взаимосвязанные проблемы их дефицита, недостаточно приемлемого их качества, ущерба от наводнений и неблагоприятных изменений других компонентов окружающей среды. Водные ресурсы и их использование являются центральной проблемой развития аридных и семиаридных территорий, играя также очень важную роль во всех других, более богатых водой областях.

Стратегия решения водных проблем заключается в таком управлении бассейном, которое бы обеспечивало экономическое развитие без ухудшения водных и связанных с ними других природных ресурсов. Абсолютный верхний предел возобновимых водных ресурсов мира – это суммарное количество осадков, выпадающее на поверхность суши, что составляет около 120000 км^3 в год. По-видимому, безвозвратный забор даже 10% этой воды на хозяйственные нужды означал бы геоэкологическую катастрофу. Следующий, более реальный предел возобновимых водных ресурсов мира - это речной сток объемом примерно 40000 км^3 в год. Из этого количества, устойчивый речной сток, наиболее удобный для использования, составляет 12000 км^3 в год. Однако крупные реки мира в своих низовьях несут слишком много воды, больше, чем ее там возможно использовать. Поэтому, по М.И.Львовичу, доступный устойчивый речной сток составляет примерно 9000 км^3 в год, и это реальный объем возобновимых водных ресурсов мира, технически возможный для использования без строительства плотин. По-видимому, геоэкологический предел использования возобновимых водных ресурсов должен быть существенно ниже, чем 9000 км^3, поскольку экосистемы суши и виды организмов, их составляющие, также нуждаются в воде.

К этому объему доступного устойчивого речного стока можно добавить ресурсы подземных вод, ледников и пресноводных озер. Водные ресурсы этих

объектов содержат как возобновимую, так и невозобновимую компоненты, в зависимости от интенсивности их использования: чем больше забор воды, тем больше доля используемой невозобновимой компоненты, и тем меньше становятся невосполняемые запасы.

Безвозвратное потребление воды в мире составляет сейчас около 4000 км^3 в год, при возобновимых ресурсах порядка 9000 км^3 в год. Соотношение между имеющимися ресурсами и потреблением выглядит на глобальном уровне пока вполне благоприятным, но на самом деле для многих районов это далеко не так, так как средние мировые величины маскируют имеющиеся различия между районами и скрывают дефицит водных ресурсов во многих местах мира.

Одним из показателей состояния водных и связанных с ними геоэкологических проблем в той или иной стране является количество водных ресурсов на каждого жителя. Для стран с преимущественно транзитным стоком (таких как Египет или Судан) или для крупных стран с разнообразными региональными условиями формирования стока (таких как Россия или Китай) этот показатель нерепрезентативен. Однако для всей совокупности стран мира он полезен для сравнительной оценки ситуации с водными ресурсами.

Водообеспеченность изменяется от страны к стране на несколько порядков (от 328000 м^3/чел. в год для Габона до практически нуля в странах Персидского залива). Уровень 500 м^3 на человека в год и менее является чрезвычайно низким, даже пороговым для национального устойчивого развития. Примерно таким количеством водных ресурсов (370 м^3/чел) располагает Израиль, являя пример весьма эффективного использования водных ресурсов, в том числе на орошение. Уровень 1000 м^3 на человека обычно принимается в качестве критического, указывающего на то, что страна находится в состоянии острого дефицита водных ресурсов.

В странах, где водное хозяйство определяет всю экономику, таких как Египет, Сирия, Пакистан, уровень водопотребления составляет 1200-2200 м^3/чел.

В настоящее время 15 стран (из 145, по которым были данные) с населением 110 млн. чел. располагают менее чем 500 м^3 на человека. Весьма низкий уровень водных ресурсов (500-1000 м^3 на чел.) характерен еще для 12 стран с населением 120 млн. чел. Для этих 27 стран дефицит водных ресурсов определяет существование их населения, это вопрос жизни и смерти и причина важнейших стратегических решений правительств. Еще 58 стран с населением 3,4 млрд. чел. живут в условиях малого количества водных ресурсов (1000-5000 м^3/чел.). Так, в 1990 г. 85 стран с 70% населения мира стояли перед проблемами дефицита водных ресурсов (табл. 3.1). Это в основном развивающиеся страны, где недостаток водных ресурсов является важным, если не важнейшим, препятствием их социального и экономического развития.

Многие страны с ресурсами, превышающими 5000 куб.м /чел, выглядят благополучными, но на самом деле средняя цифра часто скрывает серьезные региональные различия внутри стран. Россия – характерный пример такой ситуации, где малая обеспеченность водными ресурсами совпадает с наиболее населенными и экономически развитыми территориями, такими как центр и юг

Европейской России и Уральский промышленный регион.

Таблица 3.1

Число стран, различающихся по количеству водных ресурсов на душу населения ($м^3$ за год) в 1990 г. и в 2025 г.

Количество водных ресурсов, $м^3$ /чел. за год	Число стран этой категории в 1990 г.	Ожидаемое число стран этой категории в 2025 г.
Крайне малое (<500)	15	26
Очень малое (500-1000)	12	19
Малое (1000-5000)	58	51
Среднее(5000-10000)	12	10
Высокое (> 10000)	48	39

Другой показатель степени напряженности с обеспечением водными ресурсами – это доля используемой воды по отношению к имеющимся ресурсам.

Поскольку численность населения мира будет увеличиваться, а объем имеющихся водных ресурсов останется постоянным, ситуация дефицита водных ресурсов будет и далее ухудшаться, вызывая дальнейшее углубление противоречий, связанных с использованием водных ресурсов, как на международном, так и на национальном уровнях. Предстоящее изменение климата во многих случаях еще усилит конфликтные ситуации.

К 2025 г. уже 1,4 млрд. человек в 45 странах мира будут располагать менее чем 1000 $м^3$ на чел. за год. Около 3/4 населения мира приблизительно в 100 странах будет жить в условиях дефицита воды, или, иными словами, под угрозой экологической, экономической и политической неустойчивости. Если существующие в настоящее время способы ведения хозяйства не изменятся, будет продолжаться и ухудшение качества воды, что еще более осложнит ситуацию. Можно ожидать, что количество и глубина конфликтов, связанных с водными проблемами, еще более возрастут.

3.4. Управление водопотреблением и водохозяйственный баланс

Эффективное водное хозяйство – это умение уравновесить имеющиеся водные ресурсы территории и спрос на них, не допуская при этом ухудшения качества окружающей среды. Иными словами, это искусство соблюдать водохозяйственный баланс. Имеются два принципиально различных пути его достижения:

а) Можно увеличивать подачу воды, то есть увеличивать доступный объем возобновимых ресурсов, например, посредством сооружения плотин, переброс воды из другого бассейна, опреснения соленых вод и др. Возможно, также отбирать невозобновимые ресурсы из запасов, аккумулированных в подземных водах, озерах, ледниках, но это путь, противоречащий принципам устойчивого развития, и на такие действия можно идти, только ясно осознавая последствия;

б) Можно более экономно использовать имеющиеся ресурсы, без их увеличения, то есть снижать спрос на воду.

Как правило, при традиционном водном хозяйстве потребность в воде постоянно возрастает, и баланс достигается системой мер, обеспечивающих увеличение подачи воды. Такие меры и возникающие при этом проблемы обсуждались в предшествующих двух разделах. Но баланс между спросом и предложением может быть достигнут также посредством регулирования спроса на воду. Здесь огромное поле деятельности, потому что водные ресурсы используются неэффективно практически во всех странах и во всех отраслях водного хозяйства. Кроме того, снижение водопотребления вызывает меньший ущерб окружающей среде. И, наконец, регулирование спроса это единственный путь замкнуть водный баланс, когда все ресурсы уже использованы и подача воды уже не может быть увеличена.

Главным пользователем воды в мире является ирригация, расходующая около 65% всей забираемой воды. В аридных районах этот показатель намного выше, достигая 98% в случае Египта. Как правило, эффективность орошения очень низкая. Средние цифры, приводимые в различных источниках, показывают, что только половина или даже четверть забираемой на орошение воды в конечном итоге достигает поливаемого растения на поле. Необходимо иметь в виду, что часть неиспользуемой воды пополняет запасы подземных вод или возвращается в водоисточник в виде так называемых возвратных вод. Повышение эффективности орошения может принести не меньший результат, чем строительство нового водохранилища. При этом стоимость таких мер будет ниже затрат на увеличение подачи воды, а неблагоприятные геоэкологические последствия будут несомненно меньше.

Доля промышленности в водопотреблении мира составляет около 25%. В странах с достаточным увлажнением, где интенсивное орошение не требуется, эта доля весьма высока. Например, для Англии, Германии и Франции она находится в пределах 71-87% от суммарного водопотребления. Количество потребляемой воды на единицу производимого промышленного продукта изменяется для одинаковых товаров более чем в 10 раз, в зависимости от типа применяемой технологии. Поэтому снижение спроса на воду в этом секторе водного хозяйства вполне реально.

Основная стратегия снижения водопотребления в промышленности – увеличение степени оборачиваемости воды в производственном цикле. Например, в США, по данным 1988 г., однажды забранная вода использовалась в среднем 3-4 раза, прежде чем она выводилась из производственного цикла, а в 2000 г. этот показатель увеличился до 17 раз, на фоне снижения общего объема используемой воды. Заметим, что в конечном итоге, после многих циклов использования в технологическом процессе, остается чрезвычайно загрязненная вода, и вопрос, что с ней делать, далеко не тривиален и не имеет однозначного ответа.

Городское население потребляет не более 10% всего объема забираемой воды, но это очень дорогая вода, потому что строительство и эксплуатация весьма сложных систем водоснабжения обходится весьма дорого. Несмотря на это, типичная величина потерь воды в городских сетях составляет 50%. В крупных городах развивающихся стран потери воды составляют:

Манила (Филиппины) – 55-65%;
Джакарта (Индонезия) – 50%;
Мехико (Мексика) – 50%;
Каир (Египет) – 47%;
Бангкок (Таиланд) – 32%.

В городах развитых стран ситуация в целом многим не лучше, в особенности в тех городах, где водопроводные сети закладывались еще в прошлом веке. Всемирный Банк считает, что если потери в городских сетях превышают 25%, то снижение потерь экономически более целесообразно, чем строительство дополнительных систем водоснабжения.

К потерям в сетях необходимо добавить потери из подтекающих кранов и др. Действия в этом направлении не очень популярны среди тех, кто управляет городским водным хозяйством, потому что это невидная работа, требующая постоянного внимания, дополнительных финансовых затрат и довольно высокой квалификации и дисциплины рабочих.

Значительной экономии воды в домашнем хозяйстве, до 50-70%, можно также добиться, применяя более эффективные краны, насадки в душе и др., при том же конечном результате. Использовать меньше воды в коммунальном хозяйстве совсем не означает быть более грязным. Численность населения древнего Рима была более миллиона человек. Городская система водоснабжения подавала около 1000 л воды на человека в сутки. Современные римляне используют меньше половины этого количества, но, по всей вероятности, уровень их личной гигиены не ниже, чем у их предков.

Таким образом, успешное водное хозяйство – это поддержание баланса между спросом и предложением, без ухудшения (по крайней мере) геоэкологического состояния территории. Необходимо сбалансировать также различные, часто конфликтные интересы и задачи различных общественных групп и секторов экономики. Например, для бассейна Волги труднейшая и ежегодно возникающая проблема заключается в нахождении оптимального режима работы каскада водохранилищ таким образом, чтобы были соблюдены интересы различных секторов экономики (гидроэнергетики, судоходства, рыбного хозяйства, орошения и пр.), при условии соблюдения установленной заранее приоритетности этих секторов. Неудивительно, что зачастую наилучшее, устраивающее всех решение не может быть достигнуто, и стороны должны идти на компромисс таким образом, что улучшение состояния по одному из критериев достигается за счет ухудшения другой альтернативы.

Водное хозяйство региона (бассейна) должно базироваться на многокритериальной и междисциплинарной основе. Необходимо комбинировать инженерные, экономические, экологические, юридические, социальные, политические действия, потому что ни одно из них, взятое в отдельности, не может обеспечить эффективные и долговременные решения водных проблем.

Экономика использования водных ресурсов требует большего внимания. Пока что вода во всем мире имеет низкую цену, а то и вовсе бесплатна, что ведет к неэффективному использованию водных ресурсов и, как следствие, к серьезным экологическим проблемам. Это делает водное хозяйство уязвимым,

или, иными словами, экологически и экономически неустойчивым. Подсчитано, например, что потребление воды тепловыми электростанциями США уменьшится в 50 раз, если цена на воду увеличится в 5 раз.

Строго говоря, все затраты, связанные с водным хозяйством, такие как стоимость сооружений и их эксплуатация, должны быть включены в цену, так же как и стоимость экологических последствий водного хозяйства, таких, например, как потеря рыбных ресурсов, засоление почв или загрязнение воды. Пока этого нет нигде в мире. Установление цены на воду, которая отражала бы истинные затраты, привело бы, вследствие важности и вездесущности воды как ресурса, к изменению всей системы мировых цен. Такой проект не может быть осуществлен в одной, отдельной стране.

3.5. Качество вод суши

Реки интегрируют многие природные процессы. В частности, реки в их естественном состоянии играют роль дренажных систем, собирающих с бассейна сток, вместе с переносимыми им растворенными, взвешенными и влекомыми веществами. Природные воды - всегда сложные растворы, обычно содержащие много химических веществ. Естественная концентрация растворенных веществ в речных водах обычно не превышает 1 г/л. Вода рек переносит взвешенные и влекомые наносы, также влияющие на качество воды. Естественные речные воды обычно бывают достаточно приемлемого качества для большинства потребителей и не требуют значительной обработки.

Фактически деятельность человека постепенно превращает реки из дренажных систем в сточные канавы, иногда с очень высоким уровнем загрязнения (свыше 100 ПДК). Пока в бассейне преобладают природные процессы, речной сток переносит естественные растворенные вещества. Но по мере того, как деятельность человека (промышленность, сельское хозяйство, строительство и др.) усиливает миграцию химических веществ, их концентрация в природных водах повышается, то есть ухудшается качество воды. При этом в природную среду, в том числе в природные воды, попадают вещества антропогенного происхождения, часто посторонние для данных природных условий, с неблагоприятными свойствами, в том числе токсичные. Общее количество загрязняющих веществ в речной воде достигает нескольких тысяч.

Главными источниками загрязнения природных вод являются предприятия черной и цветной металлургии, химической, нефтяной, газовой, угольной, целлюлозно-бумажной промышленности, сельское хозяйство (как земледелие, так и интенсивное животноводство), коммунальное хозяйство.

Величина сброса сточных вод в водоемы России в 1997 г. составила 59,3 км^3. Из этого количества в реки ежегодно сбрасывается приблизительно 30,0 км^3 загрязненных сточных вод, требующих как минимум 10-12-кратного разбавления, а для ряда веществ и разбавления в 50-200 раз. (Для сравнения, средняя величина речного стока России равна 4260 км^3 в год.).

Основные показатели загрязнения природных вод следующие:

- *Растворенный кислород (чем выше его содержание, тем лучше качество*

воды);

- *Показатель биохимического потребления кислорода (БПК). Чем выше показатель, тем больше в воде загрязняющих веществ, и, следовательно, тем хуже качество воды;*
- *Содержание в воде микроорганизмов. Их показателем служит содержание кишечной палочки (колититр);*
- *Содержание в воде аммония (NH_4), нитратов (NO_3), нитритов (NCh), нефти и нефтепродуктов, фенолов, синтетических поверхностно-активных веществ (СПАВ), тяжелых металлов.*

Химические и физические параметры воды отражают ее состояние и являются предметом гидрологии как естественной науки. Параметры качества воды отражают требования, предъявляемые к ней различными потребителями. Поэтому качество воды – категория как естественная, так и общественная.

Так же как в случае с загрязнением воздуха, для России основное нормативное требование к качеству воды в водных объектах заключается в соблюдении установленных предельно допустимых концентраций загрязняющих веществ (ПДК). Для того, чтобы гарантировать ожидаемое качество воды с содержанием загрязняющих веществ не выше ПДК, для предприятий устанавливается величина предельно допустимого сброса поллютантов (ПДС).

В России ПДК по разным показателям превышены на основном протяжении рек Волги, Дона, Терека, Урала, Оби, Енисея, Амура. При этом измерения концентрации загрязнителей производятся для списка веществ, состоящего только из десятка названий, тогда как промышленность сбрасывает в водоемы вместе со сточными водами сотни и тысячи различных веществ.

В Российской Федерации население в целом не обеспечено питьевой водой надлежащего качества вследствие неудовлетворительного состояния как источников воды (поверхностной и подземной), так и систем централизованного водоснабжения. Почти 30% исследуемых проб не отвечают гигиеническим требованиям по санитарно-химическим и микробиологическим показателям. Речные воды России содержат штаммы холеры, тифа, дизентерии, вирусного гепатита и других болезней.

Загрязнение воды взаимосвязано с возникновением и распространением болезней. Около 80% всех заболеваний в Мире вызвано потреблением питьевой водой неудовлетворительного качества. В развивающихся странах 25 млн. чел. умирает каждый год вследствие воздействия патогенов и загрязненной питьевой воды. К 1990 г. более 1 миллиарда человек в мире не было обеспечено чистой питьевой водой и более 1,7 миллиарда не обеспечено канализацией.

Существуют две основные категории источников загрязнения водных объектов:

1) источники точечного загрязнения;

2) источники рассеянного загрязнения.

К первой категории относятся, например, сбросы промышленных предприятий и очистных сооружений коммунальных стоков. Ко второй категории относятся, например, загрязнения, связанные с сельским хозяйством, такие как загрязнения вод продуктами распада удобрений и пестицидов. Стратегии

управления точечным и рассеянным загрязнением различны. В первом случае необходимо иметь дело с каждым источником, в то время как при рассеянном загрязнении необходимо осуществлять стратегию управления всем речным бассейном, а точнее говоря, стратегию управления состоянием ландшафтов бассейна, в особенности антропогенно трансформированных.

В стратегиях по улучшению качества воды, как правило, начинают с точечного загрязнения, и по достижении определенных успехов затем обращаются к регулированию рассеянного загрязнения. В России пока основное внимание уделяется контролю точечного загрязнения.

Загрязняющие воду вещества и их индикаторы могут быть также разделены на несколько групп, вызывающих специфические проблемы качества воды в различных типах водных объектов и, соответственно, требующие различных стратегий их контроля:

- *Микробиологические индикаторы, связанные со здоровьем человека (концентрация кишечной палочки как индикатор количества патогенных бактерий и др.).*
- *Взвешенные вещества (общее содержание, мутность и прозрачность воды);*
- *Органические вещества. Индикаторы загрязнения: растворенный кислород, биохимическое и химическое потребление кислорода (БПК и ХПК), фосфаты, хлорофилл-А;*
- *Биогенные вещества (соединения азота и фосфора);*
- *Основные ионы (общее количество растворенных веществ, электропроводность, pH, кальций, магний, натрий, калий, хлориды, сульфаты, бикарбонаты, бор, фтор, жесткость воды);*
- *Неорганические микрозагрязнители (алюминий, мышьяк, бериллий, кадмий, хром, кобальт, медь, цианиды, сероводород, железо, свинец, литий, марганец, ртуть, молибден, никель, селен, ванадий, цинк).*
- *Органические микрозагрязнители (их много: полихлорированные бифенилы, бензапирен, пестициды и др.; они вредны даже в очень малых концентрациях; вследствие их малой концентрации их определение представляет большие трудности).*

Заражение патогенами – очень важный фактор высокой заболеваемости и смертности от желудочно-кишечных болезней. Оно находится в прямой зависимости от плотности населения и уровня его социально-экономического развития, и потому в большей степени характерно для развивающихся стран. В развитых странах вода в системах питьевого водоснабжения обрабатывается, в то время как в развивающихся странах обработка не всегда удовлетворительна, если она вообще производится. Даже в развитых странах загрязнение патогенами контролируется не полностью. В развивающихся странах оно широко распространено вниз по течению от городов и густонаселенных сельских территорий вследствие недостаточного развития канализации и систем очистки воды. В Индии, например, достаточно полная очистка сточных вод в конце 80-х годов XX века производилась только в 8 городах из 3119, и в 217 городах производилась частичная обработка. Река Ямуна, протекающая через Нью-Дели, получает

ежесуточно 0,2 млн. $м^3$ совершенно необработанных сточных вод. В результате индекс патогенного загрязнения воды увеличивается в пределах города в 3200 раз, достигая 24 млн. коли-палочек на 100 мл воды. Высокий уровень загрязнения патогенами и органическими веществами отмечается в реке Ганг и в последние годы осуществляется специальная программа улучшения состояния этой великой реки Индии.

Органические вещества – самая большая группа загрязнителей, исторически появляющаяся обычно первой, в самом начале процесса загрязнения реки. Они попадают в воду в растворенном или взвешенном виде, главным образом со стоками канализации или с нерегулируемыми бытовыми стоками. В отдельных местах целлюлозно-бумажная и пищевая промышленность также вносят свой заметный вклад. Географическое распространение загрязнения органическими веществами в целом совпадает с распространением патогенного заражения.

При относительно небольшом уровне сбросов загрязняющих веществ по сравнению со стоком реки, принимающей загрязнения, загрязненная вода перемешивается с речной, и качество воды в реке, хотя и ухудшающееся, остается все же приемлемым. Обычный уровень разбавления – до 10-12 раз. При дальнейшем росте объема сточных вод разбавление уже не решает проблему.

Реки обладают значительной самоочищающей способностью благодаря растворенному в воде кислороду, количество которого постоянно пополняется из атмосферы вследствие турбулентного режима течения рек. Когда поступление органических веществ в реку начинает превышать ее самоочищающую способность, загрязнение воды прогрессивно возрастает. Для решения проблемы загрязнения воды органическими веществами и патогенами необходимо осуществлять комплекс мероприятий. Главную роль играет снижение объема поступающих с бассейна загрязнений и, с другой стороны, строительство очистных сооружений.

За последние два-три десятилетия, вследствие целенаправленной стратегии, загрязнение природных вод патогенами и органическими веществами в развитых странах уменьшилось. Увеличилась концентрация растворенного кислорода и снизилась величина БПК. Были затрачены значительные усилия по снижению притока сточных вод, и вложены значительные средства в строительство очистных сооружений и модернизацию существующих, причем они выполняют не только первую и вторую стадии очистки (механическую и биологическую соответственно), но и во многих случаях третью, химико-биологическую, очищающую сточные воды от соединений фосфора и азота.

В развивающихся странах, наоборот, загрязнение органическими веществами и заражение патогенами растут вследствие увеличения объема бытовых стоков при низком качестве или отсутствии систем очистки сточных вод. Для более чем 1,7 млрд. жителей развивающихся стран необходимо построить инженерные системы канализации. Поскольку содержание кислорода в воде обратно пропорционально ее температуре, климатические условия развивающихся стран также играют неблагоприятную роль в снижении самоочищающей способности рек. Несмотря на значительные успехи в строительстве систем

питьевого водоснабжения и канализации в развивающихся странах, расширение этих систем не поспевает за ростом населения, и в особенности за увеличением численности населения крупных городов, и общий уровень загрязнения воды продолжает увеличиваться, превращая эту геоэкологическую проблему в одну из важнейших.

Взвешенные вещества в речных водах это преимущественно тонкие частицы почвы. Концентрация взвешенных наносов является показателем степени водной эрозии почвы и потому – состояния бассейна. Сельское хозяйство играет значительную роль в этом процессе. В целом, при прочих равных условиях, чем выше площадь пахотных земель, тем больше сток наносов.

Общий сток наносов по рекам мира оценивается приблизительно в 20 млрд. т в год. Перемещение наносов в пределах речных бассейнов, по крайней мере, в пять раз больше, примерно 100 млрд. т. Деятельность человека значительно увеличивает сток наносов, во многом благодаря нарушению естественного состояния поверхности почв в бассейне реки. Антропогенно увеличивающийся сток наносов приводит к ухудшению условий судоходства на реках, заилению водохранилищ и оросительных систем. Имеются расчеты, указывающие, что в США экономические потери от эрозии почвы меньше, чем ущерб от наносов, переносимых реками.

Тонкие частицы почвы, переносимые в виде наносов, обычно адсорбируют на своей поверхности соединения фосфора. Это тот самый ил, который р. Нил приносила на поля каждое половодье, поддерживая плодородие почв Египта в течение тысячелетий. После сооружения плотин на реках почти все наносы аккумулируются в водохранилищах, вместе с адсорбированным фосфором. Это ведет к снижению, как плодородия почв, так и рыбной продуктивности в нижних бьефах плотин. Мероприятия по снижению эрозии почвы в бассейнах рек в то же время управляют перемещением фосфора в бассейне. Мы снова видим высокую степень сложности взаимосвязей в экосфере и ведущую роль воды в управлении территориальными системами.

Принято, что природные воды находятся в состоянии асидификации, если показатель их кислотности (pH) равен или меньше 5,0. В Швеции насчитывается 85000 озер. Из них 4000 рассматриваются как серьезно асидифицированные, и 18000 бывают подкисленными в некоторые критические периоды, в особенности во время снеготаяния. В 4500 озерах почти нет рыбы, а 1800 озер столь асидифицированы, что стали почти безжизненными. В южной Норвегии тысячи озер асидифицированы, из них 1750 потеряли рыбу. В Финляндии асидифицированы 500 озер из 8000. В Швеции pH воды озер уменьшился до 6,0 в 40-х годах и до уровня менее 5,0 в 70-х годах XX века, то есть кислотность выросла более чем в 10 раз, и с тех пор pH практически не изменяется. Имеется много указаний на асидификацию озер в Канаде, США, Дании, западной и северной Великобритании, Германии, Нидерландах, Австрии, Швейцарии.

Многие процессы в экосфере определяются кислотно-щелочными реакциями, то есть зависят от величины pH. Все биологические процессы в водоемах, такие как рост водорослей, распад микроорганизмов, нитрификация и денитрификация, отличаются своей оптимальной величиной pH, обычно в преде-

лах 6-8. Изменения флоры и фауны в водных экосистемах – важный индикатор асидификации. В озерах восточной Канады ракообразные, насекомые, некоторые водоросли и зоопланктон исчезают уже при pH = 6,0. В связи с высокой токсичностью для рыб иона алюминия, весьма мобильного при pH < 5,5 и потому появляющегося в воде озер, количество видов рыб и их численность сокращается. Рыбные популяции исчезают при уменьшении pH до 5,0. При pH < 5 репродукция земноводных ограничивается. Подобная картина характерна и для озер Скандинавии.

Асидификацией озер можно в определенной мере управлять. Общая цель заключается в уменьшении кислотности воды до уровня pH > 5,0. Существуют два основных подхода:

а) снижение выпадения кислотных осадков на озеро и весь его бассейн;

б) непосредственное воздействие на воду, главным образом путем ее известкования.

Воздействие на воду, как озер, так и их притоков достигается посредством внесения известняка. Стоимость его в Скандинавии составляет примерно 10-25 долларов США за тонну, включая стоимость затрат по внесению вещества. Около четвертой части площади Швеции, или около 118000 кв. км, нуждаются в известковании. Стоимость таких работ составляла бы более 20 млн. долларов в год. Известкование в Швеции проводится примерно на 3000 озер. Одна из важных проблем при этом – необходимость учитывать накопление тяжелых металлов в озере (кадмия, никеля, ртути, хрома, меди, цинка), поскольку известняк содержит их в определенных концентрациях. После известкования химическое состояние воды озера быстро улучшается, и реакция становится близкой к нейтральной. Биологическое восстановление происходит медленно, а популяция рыб полностью не восстанавливается даже в течение пяти лет после известкования. Для поддержания озер в удовлетворительном состоянии известкование необходимо периодически повторять.

Эвтрофикация (от греч. трофё – питание) означает усиление биологической продуктивности водоемов вследствие накопления в воде биогенных элементов. Избыточное поступление биогенных веществ, то есть соединений фосфора и азота в озера, водохранилища и устья рек, а также в морские прибрежные воды, приводит к взрывному росту водных растений, в особенности микроскопических водорослей, а также и макрофитов. Происходит периодическое бурное развитие («цветение») водорослей, которое может охватывать крупные по площади водохранилища, такие как водохранилища Волжского и Днепровского каскадов. После цветения микроскопические водоросли отмирают, зачастую отбирая из воды весь растворенный кислород для окисления и декомпозиции этой биомассы. Качество воды ухудшается как во время цветения, так и во время деструкции водорослей.

Эвтрофикация приводит к ряду неблагоприятных экономических последствий: ухудшению качества воды, снижению рекреационной ценности озера, снижению рыбной популяции, блокированию водосбросов, каналов и даже навигационных путей.

Эвтрофикация, этот медленно развивающийся естественный процесс, во

многих местах сильно ускоряется в результате деятельности человека, становясь, таким образом, процессом экологической деградации. Эвтрофикация это также и проявление серьезных антропогенных изменений глобальных биогеохимических циклов фосфора и азота. Главными источниками поступления азота и фосфора являются сельское хозяйство (как полеводство, так и животноводство) и бытовые стоки. В большинстве случаев основной причиной эвтрофикации является увеличение нагрузки соединений фосфора, но иногда ведущую роль играет азот. Управление эвтрофикацией обычно направлено на снижение фосфорной нагрузки. Бассейн озера рассматривается как единое целое, и действия основаны на тщательном анализе источников фосфора, затрат на его удаление или снижение нагрузки, социальных или политических обстоятельств.

Проблема антропогенной эвтрофикации водоемов и прибрежных зон морей возникла в развитых странах 20-30 лет тому назад. Сейчас появляются признаки серьезности проблемы эвтрофикации во многих развивающихся странах мира, например, в Бразилии, Филиппинах, Китае, Марокко и др. Нет сомнения, что этот процесс, основанный на интенсификации глобальных биогеохимических циклов биогенных элементов будет расширяться и усиливаться.

Важнейший источник *нитратов* в природных водах и источниках водоснабжения – сельскохозяйственные удобрения. Нитраты отличаются высокой растворимостью, и потому значительная их часть (не менее 15% от исходного количества) уходит в водные объекты, прежде всего в подземные воды. Чем выше интенсивность сельского хозяйства и продолжительнее история применения удобрений, тем больше нитратное загрязнение. Во многих странах Западной Европы (Германия, Чехия, Дания, Франция и др.) примерно половина скважин и колодцев содержит воду, непригодную для употребления из-за повышенного содержания нитратов. Высокий уровень концентрации нитратов отмечен и в других местах, в том числе в развивающихся странах, где главными источниками загрязнения могут быть области высокой плотности населения, не охваченные инженерными системами канализации. Находящиеся в избыточной концентрации в питьевой воде, нитраты могут вызвать проблемы со здоровьем, в особенности болезнь крови у детей и риск рака у взрослых. Установленная Всемирной Организацией Здравоохранения (ВОЗ) норма содержания нитратов в питьевой воде – 11 мг/л в виде NO_3.

Проникновение нитратов в подземные воды, как и вообще загрязнение подземных вод, – серьезная проблема, потому, что скорости движения подземных вод несравнимо меньше поверхностных, и раз проникнув в гидрогеологическую формацию, загрязненная вода может оставаться там весьма продолжительное время, даже если поступавшее с поверхности загрязнение приостановлено. Когда загрязнитель уже находится в зоне аэрации и движется книзу, мало, что можно сделать для исправления положения.

Регулирование поступления нитратов с поверхности представляет собой типичную стратегическую задачу управления рассеянным загрязнением.

Минерализация воды означает содержание в ней растворенных веществ. Усиление деятельности человека приводит к росту содержания в воде основных ионов, встречающихся в природе (хлоридов, сульфатов, гидрокарбонатов,

кальция, натрия, калия, – в зависимости от климатических условий). В особенности повышается минерализация вод вследствие развития орошения в бассейнах рек аридных районов, где возвратные воды приносят в реки много веществ, выщелоченных из почвенных горизонтов. В низовьях р. Сырдарьи, например, за последние 30 лет минерализация увеличилась от менее чем 1 г/л до почти 3 г/л. Подобная картина характерна также и для рек Амударья и Колорадо. В соответствии с соглашением между Мексикой и США, северный сосед должен подавать в Мексику по р. Колорадо воду не только согласованного объема, но и требуемого качества. Для этого на границе построена опреснительная установка, снижающая минерализацию воды до необходимого уровня.

Тяжелые металлы и мышьяк – серьезная проблема качества воды многих водных объектов мира. Из почти 100 химических элементов, обнаруженных в земной коре, в состав живого вещества входят, в заметной концентрации, только 22 наиболее легких, находящихся в верхней части таблицы Менделеева кверху от кальция. В промышленности используются также тяжелые элементы, чуждые организму и потому часто токсичные, такие как кадмий, свинец, ртуть, цинк, хром, медь, и др. Вместе со сточными водами они попадают в источники водоснабжения.

Тяжелые металлы могут находиться в небольших (но весьма опасных) концентрациях в обработанных (но полностью не очищенных!) сточных водах или в более концентрированном виде на свалках опасных отходов. Многие коммунальные очистные сооружения также получают индустриальные стоки, содержащие тяжелые металлы.

Горнодобывающая промышленность и цветная металлургия - другой источник загрязнения воды того же рода, в особенности в развивающихся странах. Аллювиальные отложения также могут содержать значительное количество тяжелых металлов. Например, в донных отложениях рукава Невы, Екатериновки, накопился свинец в такой концентрации, что она в принципе экономически выгодна для его добычи.

Основная стратегия управления для тяжелых металлов заключается в управлении технологическими процессами. Развитые страны добились в этом отношении значительных успехов. В Голландии сбросы ртути, кадмия, хрома, свинца и цинка в поверхностные воды и в системы канализации были сокращены за 15 лет (1975-1990 гг.) в 6-12 раз. Более жесткие стандарты на сбросы соединений тяжелых металлов и других загрязнителей привели ко многим случаям незаконного транспорта опасных промышленных отходов из развитых в развивающиеся страны. В конечном итоге это привело к заключению Базельской конвенции (1988 г.) по трансграничной перевозке опасных отходов.

В настоящее время в производстве и использовании находятся около 100000 химических, преимущественно органических веществ. Попадание в окружающую среду части этих веществ в малых концентрациях практически неизбежно. Ухудшение качества воды вследствие *органических микрозагрязнителей* связано со стоками таких секторов промышленности как производство синтетических веществ и пестицидов, черная металлургия, нефтеперегонная, целлюлозно-бумажная и текстильная промышленности, добыча угля и др.

Концентрация органических загрязнителей в природных водах обычно ниже 1000 нанограмм на литр, или 1 часть на миллиард. Столь малая концентрация требует очень высокой, часто недостижимой точности измерений наличия и концентрации этих веществ в воде. Результаты измерений зачастую несравнимы и ненадежны. В то же время измерения этих поллютантов необходимы вследствие их крайне высокой токсичности. Один грамм полихлорированных бифенилов (ПХБ) (диоксин и др.) делает непригодным для жизни объем воды около 1 млн. $м^3$. Широко известный ДЦТ принадлежит к тому же классу загрязнителей. Оба класса, ПХБ и ДЦТ, относятся к хлорорганическим соединениям. Они отличаются долгой продолжительностью нахождения в окружающей среде, передаются по пищевым цепям, накапливаясь в отдельных их звеньях, и, в частности, обладают способностью подавлять иммунные системы организма.

Глобальная картина географического распределения загрязнения воды органическими микрозагрязнителями пока не ясна. Можно сказать, что они почти вездесущи, с более высокой концентрацией в индустриальных районах и в сельских областях с неконтролируемым употреблением пестицидов.

Стремление некоторых стран к экономическому развитию любой ценой приводит к ухудшению состояния окружающей среды, в том числе к снижению качества воды. Мы уже указывали, что химические и физические свойства воды существуют в природе независимо от общества, тогда как стандарты качества воды устанавливаются правительствами с учетом социально-экономических, технологических, естественных, культурных и других аспектов. Во многих странах стандарты качества воды основаны на рекомендациях международных организаций, например, на стандартах, разработанных ВОЗ.

Стандарты качества воды различаются в зависимости от целей использования воды: питьевой воды, воды для домашнего хозяйства, рыбного хозяйства, рекреации, орошения, промышленности и пр. Естественно, что требования к питьевой воде и воде для рыбного хозяйства наивысшие, для рыбного хозяйства даже выше, потому что питьевая вода может быть обработана после ее забора из источника.

Стандарты качества воды - важный инструмент управления состоянием окружающей среды. Предприятия могут платить штрафы, если сбросы воды не соответствуют стандартам, или налоги, пропорциональные степени вклада в загрязнение воды. Эти меры помогают в решении проблем качества воды в развитых странах. Однако по ряду разнообразных причин (недостаток необходимого оборудования для измерений, отсутствие или несоблюдение соответствующих законов и пр.) они не действенны в большинстве развивающихся стран и стран с переходной экономикой.

Западные страны добились значительных успехов в управлении точечными источниками загрязнения, хотя и в этих странах есть большие возможности для улучшения качества воды. В быстро развивающихся странах, таких как Бразилия, Китай, Индия, Мексика, Индонезия, Таиланд, Малайзия и др., вследствие фактически невысокой приоритетности проблем экологии качество природных вод ухудшается. В этой категории стран лишь немногие имеют эффек-

тивную систему законов, правил и структур, обеспечивающих их выполнение.

Наряду с «обычным» загрязнением воды, увеличивается число случаев катастрофических ситуаций, когда вследствие технологической аварии в реку, озеро или подземные воды попадает значительный объем высокотоксичных вод, наносящих серьезный и долговременный ущерб. Такие катастрофы случаются и на реках России.

Штрафы, налоги и другие меры экономического характера мало успешны при управлении рассеянным загрязнением. В таких случаях необходимо обратить внимание на технологию сельскохозяйственных работ, таких как вспашка, внесение минеральных и органических удобрений, методы орошения и т.д. Управление неканализованными стоками сельских поселений и малых городов также относится к этой категории.

Управление качеством воды на уровне речного (озерного) бассейна или гидрогеологической формации – чрезвычайно сложная задача системного характера, которая должна осуществляться как часть стратегии социального, экономического и экологического развития бассейна. Тогда в ней должно найтись место для управления как точечным, так и рассеянным загрязнением, равно как и для решения конкретных проблем качества воды.

3.6. Мировой океан. Влияние деятельности человека. Основные геоэкологические особенности океанов и морей

Главная особенность Мирового океана – его огромные, подавляющие размеры. Широко известно избитое, но, тем не менее, верное замечание о том, что наша планета должна бы называться не Земля, а Океан. В самом деле, Мировой океан занимает 361 млн. км^3, или 71% всей поверхности планеты. Важнейшее глобальное следствие такого соотношения суши и моря – в его влиянии на водный и тепловой баланс Земли. Около 10% солнечной радиации, поглощенной поверхностью океана, расходуется на нагревание воды и турбулентный обмен теплом между поверхностными слоями воды и нижними слоями атмосферы, остальные же 90% затрачиваются на испарение. Таким образом, испарение с поверхности океана является как главным источником воды в глобальном гидрологическом цикле, так и, вследствие высокой скрытой теплоты испарения воды, важным компонентом глобального теплового баланса.

Масса океана составляет 94% массы гидросферы. Мировой океан – важнейший регулятор потоков в глобальном гидрологическом цикле: его объем велик по сравнению с любой составляющей цикла, средняя продолжительность обмена воды в океане весьма значительна, составляя 3000 лет.

Поверхностная зона океана (0-200 м) обладает весьма значительной теплоемкостью и наибольшей среди геосфер тепловой инерцией. Она играет важнейшую роль в формировании текущего климата планеты, его пространственного распределения и изменчивости во времени. Воздействие ветра на верхний слой воды определяет основные черты океанической циркуляции в поверхностной зоне. Циркуляция океана обеспечивает глобальное перераспределение энергии из экваториальных зон к полюсам. Поверхностная зона океана – важ-

нейший компонент климатической системы, принимающий активное участие в формировании среднего годового климата, его изменений от года к году, а также и его колебаний в масштабе десятилетий и столетий.

Внешние воздействия на океан осуществляются почти исключительно посредством воздействия на него атмосферы, благодаря потокам тепла, пресной воды и количества движения у поверхности океана. Таким образом, эволюция климата и эволюция океана взаимосвязаны.

Глубокие зоны океана в гораздо меньшей степени, чем поверхностные зоны, подчиняются закону географической зональности, а чаще и вовсе не подчиняются. Основные глубинные и придонные потоки воды формируются в полярных областях и направлены вначале к противоположным полюсам. Большее или меньшее их участие в природных процессах у поверхности океана и изменение степени этого участия – важнейший фактор изменения основных черт экосферы.

Глубинная (2000-4000 м) и придонная (< 4000 м) зоны Мирового океана составляют 64% всего его объема. Температура воды в этих зонах от 3°С и менее. Средняя температура всей массы Мирового океана всего лишь около 4°С благодаря холодным глубинной и придонной толще. Вертикальная циркуляция океанических вод под влиянием разности плотности воды вследствие различий в ее температуре и солености вызывает перемещение вод с поверхности в глубинные слои, где она может оказаться изолированной от атмосферных воздействий, сохраняя теплозапас в течение тысячелетий и более. Высвобождение или, наоборот, накопление такого теплозапаса может оказаться решающим в долговременных изменениях климата.

Низкая температура Мирового океана и его огромная тепловая инерция играют важнейшую палеогеографическую роль. Глубинные слои это не только долгосрочный теплорегулятор системы Земля. Усиление или ослабление теплообмена между глубинными слоями океана и его поверхностью играет, повидимому, решающую роль в глубоких и долгосрочных преобразованиях климата Земли и, соответственно, в изменениях ее ландшафтов. При этом изменения теплообмена глубинных масс океана с поверхностными, а также и распределение поверхностных течений могут изменяться в течение десятков лет, то есть чрезвычайно быстро, принимая во внимание размеры Мирового океана, что может привести к столь же быстрому изменению природной обстановки.

Мировой океан это также и огромный аккумулятор веществ, содержащий их в растворенном виде в количестве около $50 \cdot 10^{15}$ т. Соленость воды изменяется в пространстве, но ее химический состав остается постоянным. Ежегодный приток солей в океан примерно в 10^7 раз меньше их содержания в океане. Это обстоятельство играет значительную роль в стабилизации биогеохимических циклов и экосферы в целом.

Океан содержит около $4 \cdot 10^{12}$ т углерода в растворе, в виде взвесей и в биологических формах. На суше, в живых организмах, почвах и распадающемся органическом веществе, углерода примерно в 20 раз меньше. Физико-химические условия в океане и взаимодействие с ними морской биоты предопределяют реакцию океана на изменение концентрации углекислого газа в ат-

мосфере. Углекислый газ из атмосферы растворяется в воде или поглощается из нее планктоном в процессе образования первичной продукции (фотосинтеза). Этот процесс нуждается в солнечном свете, углекислом газе в воде и растворенных биогенных веществах (соединениях азота, фосфора и других химических элементов). Лимитирующим фактором обычно бывают биогенные вещества.

Первичная продукция образуется в верхних, хорошо освещенных слоях воды, куда биогены поступают или из планктона, отмирающего на тех же глубинах, или же с суши и атмосферы. При отмирании планктона содержащие углерод остатки опускаются в холодные глубинные слои океана и на дно. В конце концов, этот углерод на значительной глубине превращается бактериями в растворимую неорганическую форму, а малая его часть отлагается в виде донных осадков.

Этот процесс, иногда называемый «биологический насос», чрезвычайно сложен. Он уменьшает концентрацию углекислого газа в верхнем слое океана, а также и в атмосфере, и увеличивает общее содержание углерода в глубинной и придонной зонах океана. Биогеохимические процессы, связанные с поглощением углекислого газа, происходят преимущественно в поверхностной зоне океана, тогда как глубинная и придонная зоны играют важнейшую роль в долгосрочной аккумуляции углерода. Процесс интенсивно изучается в настоящее время, но пока понят недостаточно.

3.7. Деятельность человека, влияющая на состояние океанов и морей

Деятельность человека, вызывающая изменение глобального климата, должна влиять как на состояние океанического звена гидросферы, так и на его взаимосвязи с другими геосферами. Однако, благодаря очень большой консервативности Мирового океана, можно надеяться, что его антропогенные изменения останутся незначительными в течение всего периода перехода к состоянию устойчивого развития. Эта общая, в целом оптимистическая оценка не исключает катастрофических антропогенных ситуаций на отдельных акваториях или касающихся специфических вопросов.

Хозяйственная деятельность человека в Мировом океане разнообразна. Основная часть громоздких грузов, включая нефть, перевозится морем. Мировой океан – источник рыбных и других биологических ресурсов. Это также и источник минерального сырья, пока еще мало используемый. Океан также поглощает и преобразует продукты деятельности человека. По мере роста антропогенного давления эта последняя функция становится все более важной.

Как правило, чем ближе к побережьям, тем больше антропогенная нагрузка. Внутренние моря и заливы отличаются большей антропогенной нагрузкой по сравнению с открытым океаном, причем чем больше степень закрытости водоема, то есть чем меньше водообмен с океаном, тем, при прочих равных условиях, выше нагрузка. Наконец, прибрежные зоны отличаются наивысшим антропогенным давлением вследствие активного рыболовства с переработкой

улова, функционирования крупных и мелких портовых сооружений, повышенной плотности судоходства, транспортных связей с внутриконтинентальными районами, развитой промышленности и энергетики зачастую на привозном сырье и, наконец, многочисленного и быстро растущего населения.

Приоритеты в решении различных морских геоэкологических вопросов определяются, как правило, в зависимости от степени антропогенного давления. Поэтому сложность проблем и интенсивность геоэкологических процессов, в целом, увеличивается по направлению от открытого океана (моря) к побережьям.

Деятельность в бассейнах рек, приводящая к изменениям гидрологического режима морей. Деятельность человека в бассейнах рек (расширение площади пашни, строительство оросительных систем, вырубка лесов, применение удобрений и пестицидов, разнообразное строительство и др.) влияет на гидрологический режим рек, а через него и на режим морей, в особенности замкнутых.

В начале XX века, вследствие расширения земледелия, антропогенная доля потока наносов с суши в море была больше естественной в глобальном или континентальном масштабе. В настоящее время плотины на реках и ирригационные системы, построенные преимущественно во второй половине этого столетия, перехватывают и значительно снижают сток наносов и адсорбированных на них биогенных веществ, в особенности соединений фосфора.

Антропогенный поток растворенных в воде биогенов с суши в прибрежные зоны морей равен, а иногда и намного больше естественного потока. Это одно из проявлений интенсификации глобального биогеохимического цикла биогенных элементов.

Речной сток в моря также, в целом, несколько ниже вследствие увеличившихся затрат воды на испарение, главным образом, из-за развивающегося орошения. Снижение стока рек приводит к росту солености морских вод в замкнутых морях и заливах, таких как Черное и Азовское моря или залив Сан-Франциско.

Использование земель в береговой полосе. Чем ближе к границе раздела между водой океана и сушей, тем обычно больше плотность использования земли, и, соответственно, выше деградация земель береговой полосы. В этой полосе острее всего также и конкуренция в использовании земли между жилыми кварталами, портовыми и промышленными сооружениями. Главная область загрязнения – порты, куда загрязненная вода попадает с судов, стекает с городских территорий, как жилых, так и промышленных, поступает вместе с наносами рек. Зачастую акватории портов хуже промываются течениями, где и создается устойчивая зона загрязнения.

Рекреация – серьезнейший конкурент в использовании земель береговой полосы. Морские побережья – основное место отдыха, привлекающее около половины всех рекреантов мира, и к 2025 г. прогнозируется их увеличение вдвое. Только побережья Средиземного моря ежегодно посещают свыше 110 млн. туристов. Приток масс отдыхающих в береговую полосу неизбежно вызывает ее загрязнение и деградацию, если только не принимаются специальные меры. Для удовлетворительного решения проблемы использования береговой

полосы необходим интегрированный подход к планированию ее развития, учитывающий все основные аспекты проблемы.

Сброс в море загрязненных вод побережья. Как и в случае вод суши, существуют два основных механизма загрязнения вод: точечное и рассеянное. Основные загрязнители: патогенные микроорганизмы, органические вещества, соединения биогенных элементов, синтетические органические вещества, тяжелые металлы, нефтепродукты, загрязненные взвешенные наносы рек. Иногда заметную роль играет и тепловое загрязнение воды. Основные последствия загрязнения – инфекционные болезни, эвтрофикация прибрежных вод и дефицит кислорода, токсическое воздействие различных химических веществ на людей и природу.

Сброс в море загрязненных наносов. Порты, в особенности расположенные в устьях рек, нуждаются в проведении постоянных землечерпательных работ с перемещением большого количества наносов. Чистые наносы, хотя и вызывают необходимость землечерпания, особого экологического вреда не приносят. Однако часть землечерпательного материала (по некоторым оценкам, около 10%) загрязнена тяжелыми металлами, нефтепродуктами, биогенными и хлорорганическими соединениями. Проток дельты Невы, Екатериновка, содержит около 40 кг свинца, на тонну накопленного на дне песка и ила. На морском крае одного из основных рукавов дельты Рейна, проходящего сквозь крупнейший в мире порт города Роттердама (Нидерланды), намыт искусственный остров из загрязненных наносов. Остров непригоден для обитания, но может быть использован для производственных целей, например, складов.

Загрязненными наносами можно в определенной степени управлять: сбрасывать на край шельфа, с тем, чтобы они затем перемещались благодаря силам гравитации в более глубокую зону материкового склона; покрывать загрязненный материал чистым; аккумулировать наносы в специальных зонах ограниченного доступа и др.

Специальной проблемой является *сброс промышленных отходов и отстоя очистных сооружений.* Эти вещества могут быть чрезвычайно токсичными. Такие сбросы в море без обработки нельзя квалифицировать иначе, как варварство.

Особая проблема – *распространение пластикового мусора* на поверхности морей и в полосе прилива и прибоя. Даже в открытом океане его встречается много. Это брошенные и потерянные сети, поплавки, упаковка товаров, бутылки и пр. Такой мусор практически не разлагается и остается на поверхности воды или на пляжах очень долгое время. Некоторые морские животные и птицы заглатывают пластиковый мусор, что приводит к неблагоприятным последствиям и даже их гибели.

Перевозка опасных веществ – важный фактор загрязнения морей. В особенности это относится к перевозке нефти и нефтепродуктов. Судоходство обеспечивает примерно половину антропогенного поступления нефти в Мировой океан. Карты загрязнения океана нефтью и основных морских линий во многом совпадают. Сбросы загрязненных веществ с судов полностью запрещены в закрытых морях, таких как Средиземное, Черное, Балтийское, Красное,

Персидский залив, Аденский залив и др. Во многих местах запрещена промывка танкеров. Требования к еще более жесткому контролю сбросов с судов постоянно усиливаются.

Очень крупные экологические катастрофы связаны с выливанием нефти из танкеров в результате кораблекрушений. Вероятно, крупнейшей катастрофой такого типа был сброс в океан у берегов Франции 220 тыс. т нефти из трюмов затонувшего танкера «Amoco Cadiz» (1978 г.). В 1989 г. танкер «Exxon Valdez» сбился с курса и получил пробоину в заливе Принца Уиллиама на Аляске. Вылилось около 39 тыс. т нефти, что привело к загрязнению 550 км побережья в условиях, где самоочищение происходит чрезвычайно медленно вследствие низкой температуры воды. В 1985 г. судно «Ариадна» село на камни у входа в порт Могадишо (Сомали). Судно специализировалось на перевозке опасных токсических отходов, и в момент аварии у него на борту было 105 различных химических веществ. Вследствие крайней опасности для состояния моря, экспертами ЮНЕП был разработан план постепенной разгрузки судна, которая затем продолжалась 8 месяцев.

Для борьбы с загрязнением моря или его части необходимо действовать на основе долгосрочной комплексной программы действий. Основная концепция стратегии контроля загрязнения заключается в том, чтобы сбросы не превышали естественную поглотительную способность защищаемой части моря. Устанавливаются желаемые цели состояния морской (и береговой) среды, и, соответственно, допустимые уровни сбросов. Простейший и уже не эффективный способ управления качеством морской воды – сброс загрязнений в море в надежде на его самоочищающую способность. Иногда строятся глубоководные сбросы, отнесенные весьма далеко от берега. Однако, как и в случае с водами суши и атмосферным воздухом, разбавление – не эффективное средство борьбы с загрязнением прибрежных зон морей.

Для точечных источников основной путь – перестройка технологии производства таким образом, чтобы сократить объем и суммарную токсичность сбросов. Проблема может решаться и менее эффективным способом, посредством очистных сооружений, устанавливаемых в заключение технологического процесса.

Управление рассеянным загрязнением значительно сложнее. Оно требует понимания путей распространения поллютантов и соответствующего управления территориями и акваториями прибрежной зоны.

Значительными загрязнителями морей выступают реки, что расширяет поле деятельности по регулированию состояния морей, включая целиком речные бассейны.

Приблизительная, с округлением до 10%, оценка доли вклада основных источников загрязнения Мирового океана и его компонентов следующая:

– сток загрязнений с суши (как по рекам, так и в виде рассеянного стока) – 40%;

– выпадения из атмосферы – менее 40%;

– источники на море (судоходство, добыча нефти и др.) – более 20%.

Принципиальное отличие морского загрязнения от речного в том, что пер-

вое может перемещаться в различных направлениях в пределах моря. Это объективно побуждает страны, расположенные у одного и того же моря, к международному сотрудничеству для сохранения и улучшения состояния моря. Типичная философия незаинтересованности в последствиях своей деятельности у стран, расположенных выше по течению реки, в применении к морской ситуации не действует.

В настоящее время существуют международные соглашения по отдельным морям, регулирующие совместные действия по борьбе с загрязнением, предотвращению и ликвидации экологических катастроф, по организации совместных наблюдений за качеством воды, по охраняемым акваториям и территориям и другим разнообразным вопросам, требующим совместных согласованных действий. К ним, в частности, относятся соглашения по Балтийскому, Средиземному, Северному, Карибскому, Черному и другим морям и морским акваториям.

Помимо региональных, существуют и другие международные соглашения, регулирующие различные геоэкологические проблемы морей и океанов. Соглашение по морскому праву (Law of the Sea) рассматривает многие вопросы. В том числе для прибрежных стран устанавливается Исключительная экономическая зона (Exclusive Economic Zone, EEZ) шириной 200 миль от берега, в которой за страной-хозяйкой побережья остается право на исключительное использование и контроль морских ресурсов. Существует также Лондонская конвенция по предотвращению загрязнения моря с судов и конкретные протоколы к ней. Имеется ряд конвенций по охране морских млекопитающих и многие другие международные соглашения, касающиеся управления состоянием морей и океанов.

Использование небиологических морских *ресурсов.* Запасы нефти на дне морей составляют около половины ее запасов на земном шаре. К началу 90-х годов XX века площадь, перспективная на нефть и газ на континентальном шельфе, в пределах и вблизи прибрежной зоны была равна 13 млн. км^2, а число обнаруженных там месторождений превышало 700. Уже к 1985 г. на шельфе мира было пробурено свыше 200 тыс. поисково-разведочных скважин. Нефть добывают на всех континентальных шельфах мира. Загрязнение воды при этом практически неизбежно. Вопрос в том, насколько оно локально, то есть, как оно влияет в целом на состояние морей.

Другая проблема – удаление нефтяных платформ с отработанных участков таких акваторий, как Северное море или Мексиканский залив. Они исчисляются сотнями и препятствуют судоходству и рыболовству.

Во многих местах на мелководьях производится добыча песка и гравия для строительства. Добывают также металл из морских россыпей и железомарганцевые конкреции. Эта деятельность отрицательно влияет на состояние дна, в том числе на бентос, увеличивает мутность воды и препятствует рыболовству.

Использование энергии океана. Запасы энергии в океане огромны, но ее концентрация невелика, и потому пока не удается разработать эффективные технологии извлечения энергии. Проводились крупные эксперименты по ис-

пользованию энергии приливов (Франция, Россия). Имеются проекты использования энергии волн, морских течений, разности температур поверхностной и глубинной воды, но, по-видимому, они не вышли за пределы скромных экспериментов и проработок на бумаге.

Использование морских биологических ресурсов. Рыба – один из основных источников питания человека, на ее долю приходится 20% потребляемых белков. В течение последних десятилетий мировые уловы рыбы заметно выросли, от 22 млн. т в 1950 г. до максимума в 1989 г., равного 100 млн. т. Рост уловов в мире привел к увеличению потребления рыбы на душу среднестатистического жителя Земли от 9 кг в 1950 г. до 19 кг в 1989 г. При этом рост уловов был неуклонным, за исключением нескольких лет в конце 60-х и начале 70-х годов XX века, когда чрезмерный лов сардины у берегов Перу подорвал запасы этого стада настолько, что последствия сказались на величине общемирового улова, а стадо не восстановилось до сих пор.

Похожие ситуации складываются и с другими видами рыб и на других акваториях. Максимально возможный устойчивый улов какого-либо вида зависит от двух основных факторов: численности стада и ежегодного прироста молоди. Необходимо, чтобы значительное число особей в стаде могло созреть и дать потомство, прежде чем эти, уже взрослые рыбы будут выловлены.

Похоже, что общемировые уловы рыбы достигли своего пика. Хуже, если они превзошли уровень устойчивого годового прироста, потому что в этом случае можно ожидать снижения рыбных ресурсов и дальнейшего падения уловов. Прогнозы указывают на то, что к 2030 г. среднее статистическое потребление рыбы упадет до 11 кг/чел, то есть почти вернется к уровню 1950 года.

Вопросы по Главе 3:

1. Что такое гидросфера?
2. Опишите глобальный круговорот воды в природе.
3. Дайте характеристику основным функциям вод суши.
4. В чем причина неравномерности распределения водных ресурсов и водообеспеченности?
5. Раскройте основные направления управления водопотреблением.
6. Дайте характеристику качеству природных вод.
7. Перечислите основные проблемы, связанные с загрязнением природных вод.

Глава 4
Педосфера и земельные ресурсы

4.1. Основные функции сферы почв (педосферы)

Совокупность почв мира часто выделяют в особую часть экосферы, называемую сферой почв, или педосферой (от греч. *пёдон* – почва). По определению В.А. Ковды, *педосфера – это общемировая биоэнергетическая и биогеохимическая система, способная к саморазвитию и саморегуляции, обеспечивающая существование и воспроизводство живых организмов*. Именно эти черты педосферы обусловливают плодородие естественных и антропогенных (сельскохозяйственных, лесохозяйственных) экосистем.

Почва – многокомпонентное, но целостное природное образование. Она образуется на земной поверхности там, где проникают друг в друга и взаимодействуют все четыре геосферы (литосфера, гидросфера, атмосфера и биосфера), составляющие экосферу.

Почва – особое образование, на грани живого и неживого, названное В.И. Вернадским биокосным телом, с переплетающимися, сложнейшими биологическими, химическими и физическими процессами. Эти процессы зависят от природных условий каждого места, то есть они подчиняются определенным географическим законам, что и привело к формированию генетически обусловленных, зональных типов почв, классификация которых была предложена более 100 лет тому назад В.В. Докучаевым.

Почва это сложно функционирующая динамическая система, в которой все три фазы состояния вещества: твердая, жидкая и газообразная, а также живое вещество, взаимодействуют друг с другом в результате множества процессов различной природы, скорости и интенсивности. При этом вещества могут преобразовываться из одной фазы в другую. К тому же они отличаются способностью перемещаться вверх и вниз по почвенному профилю.

Почва тесно связана с элементами геосфер в каждом ландшафте, а значит, и с Землей в целом, играя активную роль в глобальных биогеохимических циклах вещества. Происходит обмен между воздухом почвы и атмосферы. Движение воды сквозь почву в процессах инфильтрации, испарения, стока и пр. обусловливает активное участие почвы в глобальном круговороте воды. При этом вода также образует и переносит почвенные растворы, активно участвуя в процессах почвообразования. Верхняя часть литосферы, подверженная процессам выветривания, является источником минеральных компонентов в почве.

Таким образом, почва может рассматриваться как природное тело, как динамическая система и как часть ландшафта.

Основными функциями почвенного покрова, по В.А. Ковде, являются:

- *биоэкологическая (место размещения и функционирования живого вещества);*
- *биоэнергетическая (место преобразования солнечной энергии, аккумулированной в гумусе и других органических веществах, в биомассу);*
- *функция фиксации азота и образования белков;*

• *функция активного агента в глобальных биогеохимических циклах основных химических элементов;*

• *функция преобразования подстилающих кристаллических пород в измельченные фракции (выветривание);*

• *гидрологическая функция (область активного водообмена между геосферами);*

• *метеорологическая функция (область, вносящая заметный вклад в формирование состава и режима атмосферы).*

Эти функции определяют очень многие взаимосвязи в глобальном механизме функционирования экосферы как системы. Из многочисленных важнейших функций следует выделить основные, а именно определяющую роль почвы в производстве первичной биологической продукции как основы возобновимых природных ресурсов и главного источника питания человечества, и роль почвы как тонкой поверхностной оболочки экосферы, через которую осуществляется обмен веществом и энергией во многих звеньях глобальных биогеохимических циклов и регулируется химический состав вод и воздуха.

Большая часть проблем геоэкологии, так или иначе, связана с педосферой. Химические изменения атмосферы и вытекающие отсюда последствия зависят от участия почвы в глобальных биогеохимических циклах вещества. Состояние океанов, окраинных и внутренних морей и, в особенности, прибрежных зон в сильной степени определяется выносом наносов, растворенных и взвешенных химических веществ со стоком с материков. А в формировании стока всех этих веществ, равно как и собственно жидкого стока, почвенный покров и его состояние играют очень большую роль.

Изменения состояния и продуктивности природных экосистем, в частности обезлесение и опустынивание, влияют на состояние почвенного покрова, а оно, в силу существования обратных связей, влияет на дальнейшее снижение продуктивности. Наконец, ряд проблем окружающей среды, возникающих в искусственно созданных или сильно преобразованных человеком экосистемах, таких как агроэкосистемы, также тесно взаимосвязаны с состоянием почвенного покрова или его воздействием на другие компоненты экосферы.

Что касается потенциального плодородия, то большая часть суши непригодна, малопригодна или неудобна для земледелия Согласно одной из оценок, в мире имеется 32,8 млн. км^2 пригодных к пахоте почв, или 22% общей площади суши. При этом лишь 3% площади суши представляют высокопродуктивные почвы.

4.2. Антропогенная деградация почв

Скорости природных процессов, протекающих в почве, и скорости антропогенных процессов, возникающих при использовании почвы, весьма различны. Например, ежегодные темпы водной эрозии пашни в десятки раз превышают естественные темпы восстановления почвы. С естественно-научной точки зрения, почвы – это возобновимый природный ресурс, но практически, вследствие малых скоростей естественных процессов по сравнению с антропогенны-

ми, этот ресурс в большинстве ситуаций может рассматриваться как невозобновимый. Использование почв зачастую приводит к ухудшению их природных свойств, то есть к их деградации. В процессе деградации ухудшаются многие свойства почвы, в том числе уменьшается содержание почвенного гумуса и теряется часть наиболее ценной, тонкодисперсной фракции почвы. Применение удобрений и других агротехнических приемов может временно компенсировать или затушевывать эффект деградации почв.

Деградация почв – явление столь же естественное, сколь и социальное. По определению Программы ООН по окружающей среде (ЮНЕП), *деградация почв – антропогенный процесс снижения способности почв обеспечивать существование людей.*

В проблеме деградации почвенного покрова многочисленные и разнообразные локальные вопросы складываются в глобальную проблему. Деградация педосферы – одна из самых серьезных, долгосрочных, общемировых проблем, стоящих перед человечеством, потому что она один из важнейших факторов в проблеме обеспечения населения мира продовольствием.

Глобальная оценка деградации почв (Global Assessment of Soil Degradation – GLASOD), была выполнена ЮНЕП в 1990 году. Согласно оценке, только малонаселенные районы бореальных лесов и пустынь, не затронуты антропогенной деградацией почв.

По оценке ЮНЕП, 15% деградированных сельскохозяйственных земель относятся к категории «сильно деградированных». Это почвы, у которых исходные биотические функции – превращать биогенные вещества в формы, ассимилируемые растениями – преимущественно разрушены, и они больше непродуктивны. Эти почвы столь сильно деградированы, что их восстановление или невозможно, или же труднодостижимо из-за технических сложностей и крайне высокой цены такой работы. Например, восстановление богарных (неполивных) почв в США обходится в среднем в 4000 $/га. Другая часть деградированных почв (46%) относится к категории «умеренно деградировавших», со значительно сократившейся продуктивностью.

Деградация почв происходит вследствие различных причин антропогенного характера. Водная и ветровая эрозия почв – важнейшие процессы, распространенные на 84% деградировавших почв. К другим основным процессам деградации можно отнести ухудшение структуры почвы, ее техногенное загрязнение, засоление, заболачивание и подтопление. Площадь и степень деградации почв мира, по данным GLASOD, приведены в таблице 4.1.

Как и в целом для мира, почвы на территории России значительно деградированы, при этом географическое распределение степени деградации неравномерное.

В России преобладают следующие процессы деградации почв:

- *Снижение содержания гумуса (дегумификация);*
- *Обесструктуривание, в том числе уплотнение из-за использования тяжелой сельскохозяйственной техники;*
- *Водная эрозия;*
- *Ветровая эрозия (дефляция);*

- *Техногенное подкисление промышленными выбросами и удобрениями;*
- *Загрязнение пестицидами;*
- *Промышленное загрязнение (вокруг крупных городов и мест горнодобывающей промышленности);*
- *Деградация вечной мерзлоты;*
- *Заболачивание и подтопление;*
- *Вторичное засоление.*

Таблица 4.1

Площадь и степень деградации почв мира

Типы и степень деградации почв	Площадь	
Тип деградации:	млн. км^2	в %
Смыв и разрушение водной эрозией	10,9	8
Развевание и разрушение ветровой эрозией	5,5	4
Химическая деградация (обеднение гумусом, засоление, загрязнение, закисление и др.)	2,4	2
Физическая деградация (переуплотнение, заболачивание, просадки и пр.)	0,8	1
Степень деградации:		
Слабая	7,5	6
Умеренная	9,1	7
Сильная	3,0	2
Очень сильная	0,1	0,1

В особенности следует отметить, что около 2/3 всей пашни России располагается на черноземах различных типов, то есть исходно на богатейших, наиболее плодородных почвах мира. Качество этих почв весьма сильно ухудшилось, как это демонстрируют данные для черноземов Русской равнины, с интервалом в 100 лет. Запасы гумуса сократились примерно на одну четверть. Деградация почв России – это колоссальная, трудно восполнимая потеря природного богатства. Однако деградация черноземов это ущерб не только для России, но и для человечества в целом, поскольку она связана со снижением потенциального плодородия почв мира и, следовательно, отрицательно влияет на решение проблемы продовольствия.

4.3. Геоэкологические проблемы земледелия

Естественные экосистемы, как правило, замкнуты, то есть отличаются весьма малыми потоками вещества и энергии через их границы. Любая сельскохозяйственная экосистема существенно отличается от природных экосистем значительными потоками вещества и энергии через ее границы из-за выноса веществ с урожаем, поступления удобрений, воды для орошения, пестицидов, и т.п. Центральным звеном в агроэкосистеме является почва, в которой, несмотря на массированные антропогенные воздействия, плодородие должно сохраняться на определенном уровне, чтобы обеспечивать ожидаемый уровень продукции. При этом возникает ряд проблем окружающей среды на уровне отдельного сельскохозяйственного поля. Другая группа проблем связана с воздействием

сельского хозяйства на окружающую среду за пределами поля, и часто весьма далеко за пределами.

Основные неблагоприятные процессы на уровне поля снижают плодородие почв, модифицируя их физическое, химическое и биологическое состояние. Это водная и ветровая эрозия, последствия применения удобрений и пестицидов, уплотнение почвы, ее загрязнение, а также засоление, подтопление и заболачивание почв.

Водная и ветровая эрозия почв. Эрозия почв – это естественный геоморфологический процесс, неотъемлемое звено, как глобальных биогеохимических циклов, так и глобального цикла денудации-аккумуляции. Наибольшие величины естественной водной эрозии вне горных территорий наблюдаются в зонах полупустынь и степей. Здесь количество осадков, составляющее около 250-500 мм в год, еще достаточно велико, чтобы обеспечить размыв и смыв почвы, а естественная растительность уже не полностью защищает почву от воздействия дождевых капель. Наименьшие величины естественной водной эрозии характерны для тех ландшафтных зон, где сплошная, зачастую многоярусная растительность защищает поверхность почвы от размыва (в зонах влажных лесов), или где осадков недостаточно для заметного смыва (зоны пустынь). Распределение естественной водной эрозии почв в мире в целом подчиняется закону географической зональности.

Максимум естественной ветровой эрозии располагается в аридных зонах (полупустыни и пустыни). На глобальном уровне роль ветровой эрозии приблизительно вдвое меньше, чем водной эрозии. Общая площадь в мире, подвергающаяся необратимым изменениям вследствие ветровой эрозии, невелика, но локальный эффект этого процесса может быть весьма серьезным.

При превращении природной экосистемы в сельскохозяйственное поле условия для эрозии резко меняются. Поверхность почвы становится слабо прикрытой растительностью, а значительную часть года и вовсе голой. Многочисленные данные указывают на то, что при преобразовании лесного ландшафта в полевую агроэкосистему величины эрозии увеличиваются по крайней мере на два-три порядка величины, а при преобразовании открытого (нелесного) ландшафта – на один-два порядка. Поэтому при сельскохозяйственном освоении территорий эрозия почв резко увеличивается и остается на высоком уровне.

В России почти половина площади почв подвержена водной и ветровой эрозии. На 5 млн. га бывшего СССР располагаются сильно эродированные почвы, на которых урожаи не превышают 40% от тех, которые были бы при неизмененной почве. В последние годы существования СССР с полей выносилось 100 млн. т гумуса и более 40 млн. т соединений азота, фосфора и калия в год. Это в полтора раза больше количества вносимых в то время в почву удобрений, и именно таким образом потенциальное плодородие почвы неуклонно снижается.

Многочисленные факты из других районов мира также указывают на чрезвычайно высокую степень снижения естественного плодородия почв.

В США за последние 200 лет смыто около трети верхнего слоя почвы, и естественное плодородие сократилось на 10-15%. Около двух третей пашни

США нуждаются в защите от эрозии. Почвенная эрозия в США уносит приблизительно вдвое больше биогенных веществ, чем их вносится в почву в виде удобрений. Около половины наносов рек США обязаны своим происхождением эрозии почв.

Еще хуже ситуация с эрозией почв в развивающихся странах, где благоприятные для эрозии природные условия сочетаются, как правило, с низким уровнем противоэрозионной агротехники. На о. Ява, например, рост доходов сельскохозяйственного производства за последние 10-15 лет составлял около 4% в год, но эта величина примерно равна потерям плодородия почв в результате эрозии. В Зимбабве эрозия уносит втрое больше биогенов, чем их вносится ежегодно.

Главная причина эрозии почв – сельское хозяйство.

Противоэрозионная способность почв зависит от содержания гумуса и карбонатов, концентрации катионов в поглощающем комплексе, механических и агрегатных свойств почвы. Каждый генетический тип почвы отличается характерным для него набором параметров. Наибольшей эрозионной устойчивостью среди почв Русской равнины обладают черноземы. К северу и югу от зоны черноземов устойчивость почв к водной эрозии снижается. С другой стороны, более 70% черноземов мира распахано. Поэтому общий объем эрозии в черноземной зоне под влиянием земледелия значительно увеличился.

Насколько увеличилась эрозия почв мира вследствие трансформации естественных экосистем в пашню? Установлено, что с полей смывается ежегодно не менее 90 млрд. т почвы. Для сравнения: твердый сток рек мира оценивается в 22 млрд. т в год. В настоящее время водная эрозия почв по крайней мере в пять раз больше, чем она была при ненарушенных земледелием условиях. Объем смытой почвы содержит больше фосфора, чем все производство фосфорных удобрений в мире за год.

Главные потенциальные резервы земельных ресурсов под пашню располагаются в тропических и экваториальных районах. Расширение площади пашни приведет там к значительному росту эрозии почв. Продолжающееся обезлесение приведет к дальнейшему увеличению эрозии почвы, в особенности во влажной экваториальной зоне, где, по сравнению с доземледельческим периодом, эрозия уже увеличилась в 8 раз, и при условии использования всех доступных земельных ресурсов может вырасти в 24 раза.

Наибольшее увеличение эрозии почвы, в 33 раза по сравнению со временем до начала земледелия, отмечается в районах достаточного увлажнения умеренного пояса, где по климатическим условиям изначально произрастали леса и где площадь пашни весьма велика.

На уровне речного бассейна смытые почвы представляют собой наносы, переносимые реками. Увеличение стока наносов приводит к заилению водохранилищ, каналов, оросительных систем и судоходных путей.

Геоэкологические последствия применения удобрений. Для своего развития растения нуждаются в определенном количестве биогенных веществ (соединений азота, фосфора, калия и др.), обычно поглощаемых из почвы. В естественных экосистемах биогены, ассимилированные растительностью, возвращаются

в почву в результате процессов деструкции в круговороте вещества: разложения плодов, растительного опада, отмерших побегов, корней и пр. Некоторое количество соединений азота фиксируется бактериями из атмосферы. Часть биогенов привносится с осадками. На отрицательной стороне баланса находятся инфильтрация и поверхностный сток растворимых соединений биогенов, их вынос с почвенными частицами в процессе эрозии почвы, а также преобразование соединений азота в газообразную фазу с уходом ее в атмосферу.

В природных экосистемах скорость накопления или расходования питательных веществ обычно невелика. Например, для девственной степи на черноземах Русской равнины соотношение между потоком соединений азота через границы избранного участка степи и его запасами в верхнем метровом слое составляет около 0,0001 или 0,01%. Можно сказать, что в масштабах жизни человека баланс биогенных веществ, так же как и гумуса для девственных (первичных) экосистем, замыкается с высокой точностью.

Сельское хозяйство нарушает естественный, практически замкнутый баланс биогенов. Ежегодный урожай уносит часть биогенов, содержащихся в произведенном продукте. В агроэкосистемах скорость выноса питательных веществ на 1-3 порядка больше, чем в природных системах, причем, чем выше урожай, тем относительно больше интенсивность выноса. Следовательно, даже если первоначальный запас питательных веществ в почве и был значительным, в агроэкосистеме он может израсходоваться сравнительно быстро.

Всего в мире с урожаем зерна выносится, например, около 40 млн. т азота в год, или примерно 63 кг на 1 га площади зерновых. Отсюда следует необходимость применения удобрений для поддержания плодородия почвы и повышения урожаев, так как при интенсивном земледелии без удобрений плодородие почвы снижается уже на второй год. Обычно применяются азотные, фосфорные и калийные удобрения в различных формах и сочетаниях, в зависимости от местных условий. В то же время, применение удобрений маскирует деградацию почв, заменяя естественное плодородие на плодородие, базируется в основном на химических веществах.

Наряду с положительными эффектами, удобрения создают также экологические проблемы, в особенности в странах с высоким уровнем их применения.

Нитраты опасны для здоровья человека, если их концентрация в питьевой воде или продуктах сельского хозяйства выше установленной ПДК. Концентрация нитратов в воде, стекающей с полей, обычно находится между 1 и 10 мг/л, а с нераспаханных земель она на порядок меньше. По мере роста массы и продолжительности применения удобрений, все большее количество нитратов попадает в поверхностные и подземные воды, делая их непригодными для питья. Если уровень применения азотных удобрений не превышает 150 кг/га в год, то в природные воды попадает примерно 10% от объема применяемых удобрений. При более высокой нагрузке эта доля еще выше. В особенности серьезна проблема загрязнения подземных вод после того, как нитраты попали в водоносный горизонт.

Зависимость сельского хозяйства от минеральных удобрений привела к серьезным сдвигам в глобальных циклах азота и фосфора. В частности, про-

мышленное производство азотных удобрений привело к нарушению глобального баланса азота вследствие роста объема доступных для растений соединений азота на 70% по сравнению с доиндустриальным периодом. Избыток азота может изменить кислотность почв, а также содержание в них органического вещества, что может привести к дальнейшему выщелачиванию питательных веществ из почвы и ухудшению качества природных вод.

В настоящее время рост применения удобрений вызывает все меньшее приращение урожая. Вследствие этой причины, а также вследствие изменения типа экономики в ряде стран, объем применения удобрений в мире не растет с 1990 г. В такой ситуации удобрения более не маскируют снижение плодородия почв, потому что они не могут заменить другие важные компоненты почвы как сложного природного тела: органического вещества, тонкой фракции почвы, водоудерживающей способности почвы, почвенной фауны беспозвоночных и микроорганизмов и пр.

В то же время, развивающиеся страны нуждаются в более высоком уровне применения удобрений для повышения сельскохозяйственной продукции, что, с другой стороны, неизбежно повлечет за собой рост геоэкологических проблем.

Научно обоснованные стратегии сельского хозяйства должны исследовать возможности сокращения объема применяемых удобрений с целью поиска оптимального уровня их применения, а также включать такие компоненты, как корректная технология их применения и защита почв от эрозии.

Геоэкологические последствия применения пестицидов. Значительная часть урожая уничтожается вредителями и погибает вследствие болезней как на поле, так и, позднее, в хранилищах. Иногда потери достигают половины урожая (в бывшем СССР – до 30-40 %, в США – 33%). Одно из основных направлений борьбы с вредителями сельского хозяйства (насекомыми, грызунами, грибками, сорняками) – это применение химических веществ, называемых пестицидами.

Пестициды – общее название для всех химических веществ, применяемых для борьбы с вредителями, а также и более узкое название для части веществ, применяемых против насекомых. Гербициды применяются для контроля сорняков, фунгициды – против грибков, родентициды – против грызунов. Основной потребитель пестицидов – сельское хозяйство. В СССР в 1989 г. 88% всей пашни обрабатывалось пестицидами.

Всего в мире используется не менее 180 пестицидов в виде нескольких тысяч препаративных форм. Большинство проблем применения пестицидов, возникает потому, что практически все они являются ксенобиотиками – чуждыми для природы химическими соединениями.

По оценкам Всемирной Организации Здравоохранения (ВОЗ), ежегодно в мире от применения пестицидов умирают 20000 человек и около 1 млн. человек получают отравление со значительными последствиями для здоровья. Многочисленные исследования свидетельствуют, что любое увеличение пестицидных нагрузок повышает частоту распространения самых различных патологий, ведет к увеличению заболеваемости (в особенности детей) не только посредством прямого поражения организма человека, но и путем подавления иммунной сис-

темы, нарушения процессов роста, развития и обмена веществ. Если применение пестицидов в мире будет возрастать, то можно ожидать соответствующего увеличения заболеваемости и смертности.

Воздействие пестицидов на природу столь же серьезно, как и воздействие их на человека. Каждый вид, численность которого подлежит регулированию, обитает вместе с сотнями видов, численность которых изменять нежелательно. Поэтому обычно менее одного процента применяемых пестицидов достигает цели. Остальные 99% попадают в окружающую среду, загрязняя почву, воздух, воду и отравляя биоту, часто с непредсказуемыми последствиями.

Многообразные пестициды различным неблагоприятным образом воздействуют на ландшафты и их компоненты. Группы животных, наиболее страдающих от пестицидов, оказываются (в порядке увеличения степени поражения): беспозвоночные, рыбы, птицы, млекопитающие, микроорганизмы. Исследование поведения пестицидов в ландшафте в зависимости от географических условий – важная и пока недостаточно изученная проблема.

Попавший в окружающую среду пестицид включается в процессы биоаккумуляции, когда может происходить многократное (до сотен тысяч раз) повышение его концентрации по мере продвижения пестицидов по пищевым цепям. В результате отдельные, иногда отдаленные от пестицидной мишени звенья пищевых цепей могут оказаться крайне токсичными. Последствия биоаккумуляции пока еще не полностью поняты и могут оказаться даже более опасными, чем это видится сейчас.

Другая серьезная проблема применения пестицидов в том, что вредители привыкают к пестицидам, это привыкание передается по наследству, снижая эффективность пестицидов и заставляя вводить в использование все новые и новые химические вещества. Это явление, так называемая резистентность, привело к тому, что более десятка массовых видов насекомых развили нечувствительность ко всем основным классам применяемых соединений. К ним относятся мухи, тараканы колорадский жук, капустная моль и др. Резистентность к применяемым пестицидам вырабатывается через 10-30 поколений, так что в недалеком будущем, при современной стратегии применения пестицидов, все основные вредители могут стать резистентными.

Если обобщить проблемы применения пестицидов, то можно сказать, что их основная опасность заключается в нарушении жизнеобеспечивающих свойств экосферы и ухудшении состояния здоровья людей.

В долгосрочной перспективе большая часть применяемых химических веществ должна быть запрещена и заменена на биологические средства борьбы (или на интегрированные биологические, химические и другие средства защиты урожая). Однако немедленный запрет, вряд ли возможен.

Уплотнение почвы. Существуют две основные линии интенсификации сельского хозяйства: увеличивающееся применение или технологии (механизмов, энергии и пр.), или ручного труда. При технологически интенсивном сельском хозяйстве, где производится около половины продовольствия мира на одной пятой пахотной площади, широко используются сельскохозяйственные машины. Всего в мире в сельскохозяйственном производстве используется бо-

лее 30 млн. тракторов, не считая комбайнов, плугов, сеялок и др., а также грузовиков. Почти все эти машины очень тяжелые. Некоторые сельскохозяйственные машины превышают допустимую нагрузку даже на асфальтированные дороги.

Многократное использование тяжелых сельскохозяйственных машин за сезон и за многие годы приводит к уплотнению почв. Разрушается структура почвы, снижается ее пористость, ограничивается развитие корней растений, и таким образом неуклонно снижается плодородие почвы. Если эти процессы развиваются в верхнем слое почвы, то ситуация может быть скорректирована ежегодной вспашкой. Но все более интенсивное использование тяжелых машин приводит к уплотнению глубоких горизонтов почвы, что не может быть исправлено снятием нагрузки или вспашкой.

Геоэкологические проблемы орошения. Орошение применяется издавна, чтобы обеспечить повышенный и устойчивый урожай. Большинство древних цивилизаций основывалось на орошаемом земледелии. Однако истинное расширение ирригации произошло в XX столетии, когда площадь орошаемых земель в мире выросла в 5-6 раз. В начале XX века площадь орошаемых земель в мире не превышала 40 млн. га. Наиболее интенсивный рост площадей орошения пришелся на 50-60-е года XX века, но затем он замедлился, а в некоторых странах, например в США, стал отрицательным. Прирост орошаемых площадей в мире в течение XX века превысил прирост численности населения и был, таким образом, важным фактором в решении проблемы продовольствия.

Имеется несколько причин современного снижения темпов развития орошения:

- *высокая стоимость новых проектов, в среднем не менее 1000-2000 долларов США за гектар;*
- *невыгодность вложения средств в проекты орошения по сравнению с другими областями инвестиций;*
- *дефицит водных ресурсов;*
- *дефицит подходящих земель;*
- *потеря орошаемых территорий вследствие засоления, заболачивания и подтопления почвы;*
- *деградация оросительных систем.*

Орошение – это, безусловно, благо для человечества, но одновременно оно приносит серьезные проблемы, прежде всего, геоэкологического характера. Превращение естественного ландшафта в агроэкосистему всегда приводит к очень глубоким преобразованиям состояния и режима территории. Это еще более верно, когда естественный ландшафт превращается в систему орошения, то есть в новую, почти полностью искусственную инженерную систему. Ведущие процессы коренным образом изменяются: вместо малого количества воды, поступающей с атмосферными осадками, что характерно для засушливых областей, поле получает большое количество воды. В результате изменяется основной тип водного режима почвы. Вместо непромывного режима, когда воды не промачивают ежегодно почвенный профиль, возникает промывной режим, при котором происходит ежегодное, многократное промачивание почвы. Изменя-

ются все особенности режима почвы, в том числе условия миграции химических соединений, а затем и физические свойства почвы.

При значительном развитии ирригации не только отдельное поле или оросительная система претерпевают глубокие геоэкологические изменения, но они захватывают речные бассейны, включая такие крупные как Нил, Колорадо, Инд или Амударья.

Опыт показывает, что какая бы территория ни находилась под влиянием орошения, будь это речной (озерный) бассейн, оросительная система, или поле, она приобретает тенденцию к деградации, и требуются постоянные, энергичные меры, поддерживающие ее устойчивость и, таким образом, контролирующие ситуацию.

Основная задача ирригации – поддержание оптимальной влажности почвенного слоя для развития растений; орошение – главный пользователь воды в мире, забирает до 80% всей используемой воды.

С точки зрения ресурсов, главная проблема состоит в малой эффективности использования воды. Коэффициент полезного действия для поля или оросительной системы есть отношение объема используемой растениями воды к объему забираемой воды. Он сильно варьирует, в зависимости от многих условий, но в целом можно сказать, что обычно к.п.д. находится в пределах 0,4-0,6, часто и того ниже.

Существует много причин неэффективного использования воды. Одна из них, может быть, главнейшая, в том, что цена за воду намного ниже, чем ее социальная стоимость. Во многих случаях и во многих странах вода для орошения бесплатна, или же она ниже затрат на поддержание систем орошения, не говоря уже о капитальных затратах. Непропорционально высокое расходование воды, превышающее потребности растений, приводит к неблагоприятным геоэкологическим последствиям. Главное из них – подъем уровня грунтовых вод вследствие избыточного количества оросительной воды при недостаточно эффективном или отсутствующем дренаже. Это приводит к подтоплению или заболачиванию территории. Кроме того, соли, вымываемые из почвы, вместе с солями, находящимися в грунтовых водах, оказываются в пределах почвенного профиля, вызывая тем самым чрезвычайно неблагоприятный для земледелия процесс – засоление почв. Предотвращение засоления заключается в обеспечении хорошего дренажа почв, то есть в обеспечении отвода избыточного количества воды.

Примерно четверть орошаемых площадей мира в той или иной степени засолена, и очень большие территории совершенно выведены из обращения как прошлыми цивилизациями, так и в результате хозяйствования последних десятилетий.

Геоэкологические проблемы орошения указывают на необходимость учета полной стоимости ирригации, которая бы включала не только затраты на строительство и эксплуатацию оросительных систем, но и стоимость ухудшения состояния окружающей среды, затраты на решение экологических вопросов и социально-экономических проблем. Такая полная стоимость, несмотря на очевидные трудности подобных расчетов, помогла бы оценивать действитель-

ную эффективность проектов оросительных систем.

4.4. Устойчивость сельского хозяйства

Анализ антропогенных факторов изменения состояния почв и использования земель мира говорит о том, что педосфера как основа живого вещества Земли, как критическое звено в глобальных биогеохимических циклах, как основной источник продовольствия для быстро растущего населения мира, находится под угрозой. Деградация педосферы – одна из самых серьезных, долгосрочных геоэкологических проблем мира, потому что нигде более разрушение систем жизнеобеспечения Земли не зашло так далеко. Имеются более видимые и более впечатляющие общемировые проблемы, встречаются очень острые локальные проблемы, и они привлекают внимание. Но деградация педосферы все еще не расценивается так, как она того заслуживает.

Главная область беспокойства – сельское хозяйство, где возможность временно поправить ситуацию посредством внесения удобрений и пестицидов, введение искусственного полива, или же использование новых машин может временно отложить или скрыть наступающий кризис. С одной стороны, технологические вложения, лишь временно замещающие естественные факторы плодородия почв, приносят с собой ряд геоэкологических проблем, обсуждавшихся выше. С другой стороны, сами эти технологические вложения есть продукт экологически неблагополучной промышленности или энергетики. В результате сельское хозяйство, играющее столь большую роль в трансформации экосферы, экологически весьма неустойчиво.

Геоэкологическая неустойчивость агроэкосистем отмечается на всех иерархических уровнях. Существует много примеров деградации почв на уровне поля вследствие эрозии, засоления, загрязнения, уплотнения почв. На уровне водосбора проявляются в основном проблемы химического характера, такие как увеличивающийся транспорт растворенных солей реками или рост концентрации нитратов в источниках водоснабжения. На глобальном уровне – нарушения, в основном, в социально-экономической сфере, но природные процессы также испытывают неблагоприятные воздействия.

Несмотря на продолжающееся ухудшение ресурсной базы сельского хозяйства, растущее население мира должно быть обеспечено питанием. Необходим переход к экологически устойчивому сельскому хозяйству. Стратегия перехода весьма сложна и требует очень больших усилий даже для ее разработки, не говоря уже о выполнении. В сложной системе, какой является сельское хозяйство, элементы стратегии могут быть весьма далеки от состояния почв, но могут привести к желаемым результатам. К ним относятся эффективное управление численностью населения, оптимизация качества питания взамен максимизации объема производства, устранение или снижение государственных субсидий сельскому хозяйству.

Наряду с социально-экономическими элементами стратегии перехода к экологически устойчивому сельскому хозяйству, существуют экологически благоприятные методы ведения хозяйства. Они основаны на минимизации чу-

ждых для природы агротехнических приемов, таких как применение пестицидов или минеральных удобрений. Это так называемое органическое земледелие. Его также называют биологическим, или экологическим (organic, biological, ecological farming). В среднем такой метод ведения хозяйства приносит меньшие урожаи, но их продукты отличаются высокими питательными качествами. Вследствие более высоких цен на такие продукты органическое земледелие может приносить не меньше дохода, чем высокотехнологичное сельское хозяйство.

Однако доля площади, обрабатываемой с применением органического земледелия, не превышает нескольких процентов даже в передовых странах. При этом отмечается определенная, хотя и слабая, тенденция к росту. В качестве переходной, или компромиссной стратегии можно рассчитывать на снижение количества вносимых химических веществ (удобрений и пестицидов), более эффективное их применение, более эффективное управление оросительными системами, разумное ограничение в строительстве новых оросительных систем, применение менее тяжелых машин за более короткое время и пр.

Человечество достигло многого в производстве продуктов питания. Но цена была столь высока, что пришлось занимать ресурсы у внуков. Больше занимать нельзя. Более того, пришло время отдавать, и единственный путь к этому – общемировая трансформация сельского хозяйства в духе концепции устойчивого развития.

Вопросы по Главе 4:

1. Что такое педосфера Земли?
2. Раскройте основные глобальные функции почв.
3. Охарактеризуйте основные проблемы, связанные с антропогенной деградацией почв.
4. Опишите основные геоэкологические проблемы земледелия.
5. Каковы пути ведения устойчивого землепользования и сельского хозяйства?

Глава 5
Литосфера

5.1. Строение Земли и литосфера

Основная по массе, твердая часть планеты Земля состоит из ядра, мантии и земной коры. В свою очередь, ядро разделяется на внутреннее и внешнее. Внутреннее ядро имеет радиус 1250 км, объем около 0,7% и массу около 1,2% всей Земли. Предполагается, что оно является твердым телом, близким к состоянию плавления. Внешний слой ядра объемом 15,2% и массой 29,8% всей Земли располагается на глубинах 2900-5000 км. Считается, что он находится в расплавленно-жидком состоянии.

Мантия располагается на глубинах менее 2900 км. Она делится на три слоя: нижнюю мантию, среднюю и верхнюю. В верхней мантии, на глубинах порядка 60-250 км, преобладают базальты, находящиеся в состоянии расплава или близком к этому. В этом слое вязкость вещества и его прочность на два-три порядка величины меньше, чем вязкость и прочность вышележащего жесткого слоя. Слой пониженной вязкости называется астеносферой.

Вышележащий жесткий слой, ограничивающий сверху твердую часть Земли, – это земная кора. Средняя плотность вещества коры 2,8 г/см^3. Ее масса составляет 0,8% массы всей Земли. Средняя толщина земной коры около 30 км, с колебаниями от 4-6 км под срединными океаническими хребтами и некоторыми абиссальными впадинами до 55-70 км под молодыми складчатыми горами.

В земной коре сверху вниз обособляются три слоя: осадочный, гранитный и базальтовый. В верхнем слое преобладают глины, глинистые сланцы, песчаные, карбонатные и вулканогенные породы. Толщина осадочного слоя изменяется от 20-25 км в глубоких впадинах до практически полного его отсутствия на кристаллических щитах. Средний слой земной коры состоит из пород, близких по своим свойствам к граниту (граниты, гнейсы, гранодиориты, диориты, кристаллические сланцы, амфиболиты). Он отсутствует под океанами, а на континентах его мощность достигает нескольких десятков километров. Базальтовый слой сложен кристаллическими породами основного состава, более плотными по сравнению с гранитным слоем. Под океанами его мощность составляет 2-7 км, а под континентами – 15-40 км.

Строение земной коры весьма разнообразно, но выделяют два основных типа коры: континентальный и океанический. В типичном разрезе континентальной коры сверху лежат осадочные породы средней мощностью 3 км и плотностью 2,5 г/см^3. Глубже следует гранитно-метаморфический слой средней мощностью 17 км и плотностью 2,6–2,8 г/см^3. Под ним располагается базальтовый слой средней мощностью 15 км и плотностью 2,9-3,3 г/см^3. В типичном разрезе океанической коры средняя мощность рыхлых отложений составляет 0,7 км. Они лежат непосредственно на базальтах.

Земная кора и прилегающая к ней часть верхней мантии образуют литосферу. Непосредственно под литосферой располагается астеносфера. В литосфере находятся очаги большинства землетрясений, причем преимущественно в

верхних 30 км.

Самые верхние горизонты литосферы находятся в совместном и взаимосвязанном взаимодействии с другими геосферами. В результате такого взаимодействия на поверхности литосферы образуется кора выветривания – совместный продукт действия воды, воздуха и живых существ. На корах выветривания развиваются почвы. Мощность кор выветривания и их строение в целом подчиняются закону географической зональности. В нивальном и аридном поясах мощность кор выветривания не достигает обычно и 10 м, при относительно простой ее структуре, в то время как в экваториальном поясе коры выветривания весьма сложно построены, история их развития продолжительна, а мощность может превышать 60 м.

Верхние горизонты литосферы обычно не контактируют непосредственно с атмосферой и гидросферой. На суше литосфера покрыта чехлом почв (педосфера), растительности (биосфера) или же, особенно в холодных условиях – льда и снега (криосфера). Лишь в пустынях литосфера непосредственно соприкасается с атмосферой, да и то сквозь кору выветривания. В то же время, сквозь почву и кору выветривания происходит активный газообмен между атмосферой и литосферой. В еще большей степени происходит взаимодействие между литосферой и природными водами таким образом, что подземные воды – это и часть гидросферы, так и литосферы.

Таким образом, самые верхние горизонты литосферы активно вовлечены во взаимодействие с другими сферами. Это взаимодействие достигает максимума интенсивности у земной поверхности и уменьшается как книзу, так и кверху. Оно еще более усиливается по мере возрастания роли человека.

Нижняя граница экосферы размыта и постепенно с глубиной исчезает. Активная деятельность человека (карьеры, шахты, подземные хранилища, объекты гражданского и гидротехнического строительства, свалки и пр.) охватывает в литосфере преимущественно верхние несколько десятков метров, плавно уменьшаясь с глубиной, хотя отдельные особо глубокие карьеры, шахты и скважины выделяются из общей картины.

Один из самых глубоких в мире открытых карьеров – разработки медной руды Бингем Кэньон в штате Юта в США. Глубина карьера – 774 м, площадь – 7,2 км^2, а масса удаленной из карьера породы – 3,4 млрд. т. В России глубина карьера на Коркинском разрезе на Урале составляет 520 м. Значительны по глубине и площади многие другие карьеры и разрезы как в нашей стране, так и в мире, образующие горно-промышленные территории (КМА, КАТЭК и др.).

Отдельные шахты проникают до глубины 4 км. Буровые скважины также достигают глубин в несколько тысяч метров, а самая глубокая в мире, на Кольском полуострове, запроектирована на 15 км в глубину и превысила отметку 12 км.

Многочисленные и обширные карьеры, в которых добываются уголь, железная руда, руды других металлов, строительные материалы и другие полезные ископаемые широко распространены на всех обитаемых континентах. Всего в мире за год из поверхностного слоя литосферы извлекается и перерабатывается более 1000 млрд. т минерального сырья. Добывается около 400 видов

полезных ископаемых, обеспечивающих около 90% сырья для тяжелой промышленности.

Около 98% добываемых в литосфере материалов уходит в отвалы, и лишь не более 2% утилизируется человеком, да и то на относительно краткое время пользования данным продуктом. Иными словами, производится колоссальная антропогенная работа по перемещению материала в верхней части литосферы. Это в сильной степени затрагивает как экосферу в целом, так и отдельные ее части.

Вопросы антропогенного преобразования верхних этажей литосферы относятся к категории универсальных. Они встречаются во многих местах Земли, и в совокупности представляют собой весьма распространенную проблему экологической геологии.

По всей видимости, самая серьезная геоэкологическая проблема, касающаяся литосферы – антропогенная интенсификация экзогенной части большого «геологического» цикла, или цикла эрозии-седиментации.

5.2. Большой геохимический круговорот вещества

Взаимодействие литосферы с атмосферой, гидросферой и биосферой происходит в рамках глобального круговорота (цикла) вещества. Продукты коры выветривания, разрушающейся в результате действия комплекса природных факторов, перемещаются под действием силы тяжести, преимущественно при участии воды, а также ветра, ледников и других агентов. На поверхности Земли, в каждой ее точке взаимодействуют процессы накопления или расходования вещества. Эти процессы называются экзогенными.

С другой стороны, процессы в недрах Земли (эндогенные процессы) приводят в конечном итоге к вертикальным и/или горизонтальным тектоническим движениям и к проявлениям вулканической деятельности, сопровождающейся выносом на дневную поверхность и в верхние горизонты литосферы большого количества твердого материала.

Результирующая в каждой точке, то есть алгебраическая сумма величин опускания или поднятия отметки поверхности Земли, есть следствие взаимодействия экзогенных и эндогенных процессов, формирующих рельеф Земли.

В областях преимущественного накопления твердого материала осадочные и вулканогенные отложения постепенно погружаются. По мере погружения, в течение геологически длительного времени они подвергаются воздействию весьма значительного и увеличивающегося с глубиной давления и температуры, а также глубинных растворов, и таким образом метаморфизуются. Часть магмы, образующейся в результате этих процессов, прорывается ближе к земной поверхности и преобразуется в кристаллические породы. Вулканогенные породы отлагаются в виде как глубинных интрузий, так и лав, излившихся на дневную поверхность. В областях горообразования вертикальные тектонические движения воздымают кристаллические и метаморфизованные породы на большие высоты, тем самым обеспечивая потенциальную возможность их денудации, разрушения и сноса. В самом верхнем этаже земной коры (зона гипер-

генеза) кристаллические породы разрушаются, снова формируя коры выветривания и тем самым замыкая цикл. Этот круговорот отличается весьма малыми, с тоски зрения геологии, скоростями процессов с характерным временем в миллионы и десятки миллионов лет.

Большой цикл вещества (иногда называемый большим геологическим круговоротом) – один из важнейших процессов Земли как системы, вовлекающих в нее глубинные сферы нашей планеты. Однако лишь часть геологического цикла, преимущественно экзогенные процессы, относится к области интересов геоэкологии. Они развиваются преимущественно у дневной поверхности и ограничены десятками или первыми сотнями метров в глубину, то есть теми слоями, куда достигает деятельность человека и ее последствия.

По-видимому, человек пока в малой степени влияет на эндогенные процессы, хотя и имеются отдельные признаки или предположения о таком влиянии. Наиболее известны факты усиления сейсмической активности после строительства крупных водохранилищ. В то же время многие экзогенные процессы, преимущественно процессы денудации и сноса, находятся под сильным влиянием деятельности человека.

Рассмотрим важнейшую, с точки зрения геоэкологии, часть большого цикла вещества, относящуюся к литосфере в пределах суши. Если учитывать основные компоненты уравнения баланса массы всего объема суши, находящейся выше уровня Мирового океана, то оно выглядит, за длительный интервал времени, следующим образом:

$$AM = S + D \pm V + I + A - G - W - B - F - K + C$$

Здесь AM – изменение массы всего выделяемого объема суши; S – сток наносов (взвешенных и влекомых) с суши в океан; D – сток растворенных веществ с суши в океан; V – баланс вещества, уносимого с суши и приносимого на сушу ветром; I – вынос вещества в океан покровными ледниками; A – разрушение (абразия) вещества в прибрежной зоне с выносом его в океан; G – аккумуляция продуктов вулканической деятельности на суше; W – связывание газообразного вещества атмосферы при процессах выветривания; B – биогенная аккумуляция вещества; F – приток вещества на сушу из более глубоких горизонтов литосферы в виде растворов и газов; K – приток вещества из космоса и потери его в космическое пространство; C – сжигание минерального топлива человеком.

В этом уравнении рассматривается весь массив суши в целом, находящийся над базисом эрозии, за который принимается средняя поверхность океана. Вертикальные тектонические движения в данном уравнении не учитываются, так же как и изменения уровня океана. Передвижение масс твердого материала, в основном гравитационное, происходит внутри массива суши, не влияя на окончательный результат. Гравитационные перемещения материала в результате процессов в пограничной (экотонной) зоне суша-океан учитываются составляющей A.

Сток наносов рек мира в океан (S) оценивался многими авторами, и крайние оценки различаются в 3-4 раза. Наиболее вероятная величина находится в пределах 18-22 млрд. т в год. Крупнейший специалист по речным наносам Д. Уоллинг (Англия) считает, что эта величина равна 20 млрд. т в год. Реками вы-

носятся в океан в основном взвешенные наносы, так что доля влекомых наносов в общем твердом стоке рек составляет не более нескольких процентов.

Сток растворенных веществ реками мира в океан (D) оценивается в 3 млрд. т в год. (В связи с невысокой точностью, величины компонентов уравнения баланса вещества суши даются с округлением до 1 млрд. т в год).

Баланс эоловой (ветровой) денудации-аккумуляции (V) оценивается в 2–4 млрд. т в год выноса материала с континентов на поверхность океана. Примем в среднем величину 3 млрд. т.

Величина выноса твердого материала в океан в результате ледниковой денудации (I) оценивается в 2 млрд. т в год.

Абразия морских берегов с выносом материала в океан (A) меньше рассмотренных выше составляющих и, по весьма приближенной оценке, не превышает 1 млрд. т в год.

Вынос лавы и пепла на поверхность суши при извержениях вулканов (G) составляет приблизительно 1-2 млрд. т в год. Породы, сформировавшиеся в недрах Земли, достигают в процессе большого круговорота вещества верхних слоев литосферы, где они подвергаются процессу выветривания, вступая в химические реакции с кислородом, углекислым газом и водой. В результате масса вновь формирующихся пород (W) увеличивается примерно на 1 млрд. т в год.

При образовании карбонатных осадочных пород из атмосферы поглощается углекислый газ, и таким образом масса осадочных пород увеличивается (B). Среднее содержание соединений углерода в осадочных породах Земли составляет 0,2-0,95% по весу. Величина биогенной аккумуляции в массиве всей суши мира – 1 млрд. т в год.

Интенсивность поступления вещества из космоса (K) пренебрежимо мала: на 3–4 порядка меньше интенсивности обсуждавшихся выше процессов преобразования земного вещества и потому в дальнейших расчетах не учитывается.

Процессы и величины сжигания топлива человеком (C). В атмосферу поступает (а литосферу, следовательно, покидает) вследствие сжигания горючих ископаемых 5,5±0,5 млрд. т углерода в год.

Баланс минерального вещества суши мира (млрд. т в год)

Расход	
Твердый сток (S)	20
Сток растворенных веществ (D)	3
Вынос ветром (V)	3
Вынос с ледниками (I)	3
Вынос за счет абразии морских берегов (A)	3
Сжигание горючих минеральных ископаемых (C)	6
Всего:	35
Приход	
Накопление продуктов вулканической деятельности (VI)	1-2
Увеличение массы суши при процессах выветривания (W)	1
Биогенная аккумуляция	1
Всего:	4

Как видим, денудация и снос с суши мира за текущий период геологической истории Земли значительно преобладают над аккумуляцией. Основную роль в сносе вещества играют текучие воды, переносящие речные наносы и растворенные вещества. В сумме они составляют около 2/3 всего выноса материала.

5.3. Антропогенное воздействие на экзогенные процессы

Эрозия и седиментация играют выдающуюся роль в наземном, экзогенном звене большого (геологического) цикла вещества. В разделе, посвященном педосфере, уже говорилось о решающем влиянии сельского хозяйства на увеличение эрозии почв. Оценки автора показали, что вследствие распашки земель эрозия почвы увеличилась не менее чем в пять раз по сравнению с естественным смывом почвы. Если все пригодные к земледелию почвы будут распаханы, то почвенная эрозия увеличится, но всего лишь в 1,7 раза по сравнению с настоящим временем. Этот вывод указывает на то, что эрозия почв – в большей степени проблема современности, чем будущего.

Поскольку основные резервы земель под пашню располагаются в пределах экваториального, субэкваториального и тропического поясов, именно там можно ожидать дальнейшего увеличения эрозии, если эти земли действительно будут когда-либо распаханы. О проблемах, связанных с дальнейшим освоением земель под сельское хозяйство в тропиках мы уже говорили выше.

Наибольшее увеличение эрозии почв вследствие распашки земель отмечается в районах достаточного увлажнения умеренного пояса, где она выросла более чем в 30 раз по сравнению с естественным процессом эрозии. В этих районах почти не осталось резервов пахотных земель, и потому это проблема настоящего времени, причем весьма острая. Переход наименее продуктивной пашни в залежные земли, характерный для некоторых развитых стран, приводит к снижению эрозии почв и стока наносов.

Анализ данных по *стоку наносов* 3600 рек мира, выполненный А.П. Дедковым и В.Т. Мозжериным, указывает на значительное антропогенное усиление стока наносов.

	Малые бассейны (<5000 км^2)	Большие бассейны (>5000 км^2)	Все бассейны
Равнинные реки (N = 1854)	13,0	8,1	10,0
Горные реки (N = 1811)	2,2	3,8	2,8

Водохранилища мира, заполняемые наносами рек, теряют ежегодно около 1% своего объема, или примерно 50 км^3 в год.

С другой стороны, сток наносов рек в океан снижается благодаря поглощению наносов водохранилищами. Например, Асуанское водохранилище поглощает около 100-130 млн. т наносов в год, и в нижний бьеф (то есть ниже

плотины) поступает менее 2% наносов, приходящих в водохранилище. Пониженное содержание наносов ниже Асуанской плотины приводит к усиленной русловой эрозии Нила. За первые восемь лет существования плотины русло Нила в нижнем бьефе врезалось на 40-80 см. Вследствие пониженного стока наносов, а также некоторого повышения уровня океана за последнее столетие, баланс вещества дельты Нила отрицательный. В результате внешний край дельты отступает, и теряются драгоценные и столь необходимые Египту сельскохозяйственные земли. С начала XX столетия расположенные на внешнем краю дельты мыс Росетта и мыс Дамиетта отступили соответственно на 2,5 и 3,0 км.

По-видимому, общая мировая картина антропогенного изменения стока наносов рек в Мировой океан неоднозначна. Похоже, что в некоторых регионах мира рост стока наносов вследствие увеличения антропогенной эрозии почв компенсируется аккумуляцией наносов в водохранилищах, тогда как в других регионах сток наносов продолжает увеличиваться. Надо также иметь в виду, что увеличение эрозии почв и транспорта материала внутри бассейнов рек может не полностью отражаться в росте стока наносов рек из-за значительного переотложения и накопления рыхлого материала в пределах бассейна. В целом, вероятно, можно говорить о некотором увеличении стока наносов рек в Мировой океан, и о необходимости дальнейших исследований.

Увеличивающаяся доля сжигания органических веществ в балансе наземной части литосферы, рост стока растворенных веществ и увеличение стока наносов внутри континентов предопределяют усиление взаимосвязи между литосферой (ее верхними этажами) и другими геосферами.

Глобальные антропогенные воздействия в литосфере проявляются также, наряду с процессами эрозии, в усилении интенсивности и повторяемости неблагоприятных экзогенных процессов, таких как оседание и провалы на поверхности земли, оползни, оплывины и сели.

Оседания и провалы грунта. Разумеется, не все проседания вызваны действиями человека. Достаточно вспомнить карстовые и суффозионные воронки естественного происхождения. Однако действия человека, такие как откачка воды, нефти или других жидкостей из горных пород, подземные выработки, уплотнение осадочных пород, протаивание мерзлых грунтов и многие другие, делают эти явления чаще встречающимися и более интенсивными. Известны случаи провалов крупных сооружений, например жилых домов, сопровождавшихся человеческими жертвами.

Многолетние откачки воды для нужд местных жителей непосредственно под населенными пунктами приводят к постепенному, но зачастую значительному проседанию поверхности земли в городах. Откачки обычно не компенсируются притоком воды с поверхности в результате ее использования и протечками из водоразводящих систем. В результате в крупных городах, стоящих на осадочных породах, таких как Мехико, Бангкок, Токио и многих других, просадки распространяются на большие площади и достигают 8-10 м, а в отдельных случаях и больше. Москва также подвержена значительной опасности крупных просадок грунтов в результате неблагоприятных инженерно-геологических условий, осложняемых антропогенной деятельностью.

Города часто расположены на приустьевых равнинах, едва возвышающихся над уровнем моря, и проседание грунта на несколько метров вызывает необходимость защиты городских кварталов от затопления. Оседание поверхности земли начинается с локальных очагов, но постепенно охватывает площади до 10-15 тыс. кв. км при понижении поверхности со скоростью до 20 см/год, достигая глубины 7-9 м.

Оседания грунта очень разнообразны как по причинам, так и по характеру их проявления. Всемирный ущерб может быть оценен миллиардами долларов ежегодно. Среди результатов – разрушенные плотины, испорченные железные и автомобильные дороги, ставшие ненадежными мосты, потрескавшиеся здания, деформированные оросительные каналы и т.п.

Обвалы и оползни – другая категория неблагоприятных явлений экзогенного происхождения. Устойчивость склонов зависит не только от конкретных инженерно-геологических и геоморфологических условий места, но также и от состояния природной среды большей территории, включающей проблемный участок. Соответственно и методы предотвращения неприятной проблемы должны быть комбинацией локальных, конкретных решений в сочетании с более широкими, ландшафтоведческими подходами.

Сели требуют для своего возникновения в селевом бассейне комбинаций трех основных условий: достаточного количества рыхлого материала и воды при значительном уклоне. Частота и размеры селей в некоторой степени зависят от деятельности человека. Основной канал антропогенного воздействия – накопление рыхлого материала, доступного действию воды. Факторами усиления селеобразования может быть вырубка лесов, подрезка склонов дорогой, трубопроводом или другими инженерными сооружениями.

Вопросы по Главе 5:

1. Что такое литосфера?
2. Каково строение литосферы?
3. Опишите Большой геохимический круговорот веществ.
4. Дайте характеристику основным антропогенным воздействия на экзогенные процессы.

Глава 6
Биосфера и ландшафты Земли. Влияние деятельности человека

6.1. Основные особенности биосферы и ее роль в экосфере

В научной литературе встречаются несколько понятий, обозначаемых термином «биосфера». В особенности распространены два понятия. Согласно одному, более широкому, биосфера - это область существования живого вещества вместе со средой его обитания. В этом смысле биосферу понимал В.И. Вернадский, и в этом же смысле оно часто встречается в литературе, в особенности популярной. Понятие «биосфера» во многом совпадает с понятием географической оболочки, или экосферы. В более узком смысле биосфера – одна из геосфер Земли. Это область распространения живого вещества.

Биосфера сконцентрирована в основном в виде относительно тонкой пленки на поверхности суши и преимущественно в верхних слоях океана. Она не может функционировать без тесного взаимодействия с атмосферой, гидросферой и литосферой, а педосфера без живых организмов просто не существовала бы.

Наличие биосферы отличает Землю от других планет Солнечной системы. Особо следует подчеркнуть, что именно биота, то есть совокупность живых организмов мира, создала экосферу в том виде, как она есть, и именно биота играет важнейшую роль в стабилизации экосферы. Кислородная атмосфера, глобальный круговорот воды, ключевая роль углерода и его соединений связаны с деятельностью биоты и характерны только для Земли. Биота играет значительную, если не определяющую роль во всех глобальных биогеохимических циклах. В основном благодаря биоте обеспечивается гомеостазис экосферы, то есть способность системы поддерживать ее основные параметры, несмотря на внешние воздействия, как естественные, так и антропогенные.

Напомним, что главным процессом образования органического вещества является фотосинтез. Процесс фотосинтеза, то есть создания живого вещества из неживого, обеспечивает устойчивое образование важнейшего из природных ресурсов – первичной биологической продукции.

Величина первичной биологической продукции – это общее количество органического вещества, создаваемого в ходе фотосинтеза за единицу времени (обычно за год) на определенной площади. Как правило, в литературе рассматривается «чистая» первичная биологическая продуктивность, представляющая общую биопродуктивность за вычетом расходов синтезированного органического вещества на дыхание растений.

Величины биопродуктивности выражаются обычно или в массе органического вещества (в сухом состоянии), или в массе содержащегося в нем углерода. Средний коэффициент пересчета от массы органического вещества к массе углерода составляет 0,45, а чтобы получить величину массы органического вещества из массы углерода необходимо последнее умножить на 2,2. Удельная величина биологической продуктивности выражается обычно в г/м^2 или в т/км^2

за год, а в российской литературе также и в центнерах с гектара за год.

Вследствие сложностей расчетов или полевых измерений биомассы и ее прироста, величины биопродуктивности, полученные различными исследователями, заметно различаются. Для суши мира она составляет в год около 130 млрд. т органического вещества, или около 60 млрд. т углерода. Для Мирового океана эти величины, соответственно, 90 млрд. т и 40 млрд. т. Общемировая величина «чистой» первичной биологической продуктивности составляет 220 млрд. т за год в органическом веществе, или приблизительно 100 млрд. т углерода. Средняя для мира удельная биологическая продуктивность составляет приблизительно 430 г/м^2, или 43 ц/га. Средняя для всей свободной от ледников суши удельная продуктивность органического вещества равна около 1000 г/м^2, или 100 ц/га. Для океана эта величина равна 250 г/м^2, или 25 ц/га.

Фитомасса составляет подавляющую часть биомассы суши, а масса лесов представляет 87% фитомассы. Большая часть массы живого вещества находится на суше, но вследствие большего, чем на суше, количества беспозвоночных и микроорганизмов, отличающихся более высокой скоростью метаболизма, океан производит за год лишь вдвое меньше первичной биологической продукции, чем суша.

Общая масса живого вещества Земли составляет величину около 1300 млрд. т, или 590 млрд. т углерода. Общая масса неживого органического вещества в биосфере оценивается в 3200 млрд. тонн, что приблизительно соответствует 1300 млрд. т углерода (Д. Алькамо, 1994).

Первичная биологическая продукция является основой жизнедеятельности большинства живых существ. Она расходуется на питание на всех трофических уровнях экологической пирамиды. В предшествующих главах мы уже говорили, что баланс углерода как для экосферы в целом, так и для первичных (незатронутых человеком) экосистем замыкается с весьма высокой степенью точности. Можно сказать, что в масштабе времени до 1000 лет для первичных экосистем существует квазистационарный баланс источников и стоков.

Результирующая баланса за год в этом масштабе времени составляет весьма малую величину, как правило, всего лишь около 0,1% от биопродуктивности, но именно она предопределяет естественную эволюцию экосистем. *Остаточный член баланса органического вещества (или баланса углерода) называется чистой экосистемной продуктивностью.* Если экосистемная продуктивность положительна, то это указывает на накопление углерода в экосистеме, и наоборот.

Вследствие деятельности человека величина экосистемной продуктивности углерода (то есть степени разомкнутости его баланса в экосистеме) возрастает и начинает оказывать решающее влияние на глобальные геоэкологические процессы. Например, вследствие антропогенного преобразования экосистем, главным образом в тропической и экваториальной зонах, в атмосферу из ландшафтов Земли (то есть из биосферы) выносится 1,6±1,0 млрд. т углерода в год, что составляет 3% первичной продукции, что говорит о высокой степени разомкнутости баланса углерода и органического вещества экосферы.

Расчеты по одной из моделей современного цикла углерода для суши по-

казали, что при глобальной чистой первичной продукции экосистем суши равной 60,6 млрд. т углерода в год экосистемная продукция составила 2,4 млрд. т углерода, или 4% первичной продукции. На 2050 г. ожидается, что вследствие изменения климата чистая первичная продукция увеличится и составит 82,5 млрд. т в год при экосистемной продукции равной 8,1 млрд. т. Таким образом, степень разомкнутости увеличится до 10%, что указывает на прогрессирующее неблагополучие экосферы, в том случае, если стратегия человечества в отношении проблем геоэкологии не будет коренным образом изменена.

Процесс фотосинтеза – основа жизнеобеспечения на Земле, а его результат – биологическая продукция – важнейший возобновимый ресурс. Показано, что 220 млрд. тонн органического вещества в год – главный возобновимый ресурс экосферы, обеспечивающий сельское хозяйство, лесоводство, рыбное хозяйство и другие сектора экономики, связанные с использованием возобновимых природных ресурсов.

Еще более важна роль биологической продукции и биоты в целом в обеспечении устойчивого функционирования экосферы. Синтез и соответствующая ему деструкция органического вещества лежат в основе глобального биогеохимического цикла углерода, а в локальном плане – в основе устойчивости экосистем.

Антропогенное нарушение глобальных и локальных циклов углерода связано со многими факторами. Суммарная для мира первичная биологическая продуктивность неизмененных человеком ландшафтов представляет, по-видимому, верхний предел глобальной естественной биопродуктивности. Антропогенное воздействие, преобразующее ландшафты, приводит, как правило, к снижению биопродуктивности. Земледелие в мире использует 15 млн. км^2 земли, на которых выращивается примерно 2500 млн. т сельскохозяйственных продуктов (в сухом весе), то есть, при средней урожайности – 17 ц/га.

Значительна роль биоты в глобальном гидрологическом цикле. Поскольку живое вещество приблизительно на 90% состоит из воды, то ежегодно биота связывает во вновь фотосинтезированном органическом веществе 60 млрд. т углерода и около 500 км^3 воды. В процессе синтеза органического вещества растительность пропускает сквозь себя на два порядка больше воды, чем то, которое, в конце концов, оказалось связанным в органическом веществе. Эта вода забирается растениями из почвенной влаги, участвует в функционировании растений, а затем транспирирует в атмосферу. Таким путем в биологическом звене глобального круговорота воды (гидрологического цикла) участвует около 30000 км^3 воды в год. Это около 25% суммарного количества осадков, выпадающих на поверхность суши.

Величина солнечной энергии, используемой для построения органического вещества в процессе фотосинтеза, составляет 133×10^{12} ватт, что в 13 раз больше общемирового потребления энергии человеком, но всего лишь 0,16% приходящей к поверхности Земли солнечной радиации. Отношение затрат энергии на синтез биомассы к общему количеству поглощенной солнечной радиации находится в пределах от 0,1% до 1%, а в среднем около 0,5%.

Величина коэффициента использования солнечной радиации для синтеза

первичной продукции на первый взгляд кажется весьма низкой. Некоторые специалисты рассматривают повышение первичной биологической продуктивности как один из важнейших путей решения фундаментальных проблем человечества, таких как обеспечение продовольствием или энергией. Казалось бы, решить эту задачу можно посредством увеличения доли ассимилируемой солнечной энергии. Однако усилия в этом направлении пока безуспешны, и можно полагать, что природа не случайно «установила» столь низкий к.п.д., потому что антропогенная разбалансированность этого соотношения может привести к серьезным нарушениям глобального баланса углерода и, как следствие, к нарушениям устойчивости экосферы.

Передача энергии в пределах экологической пирамиды от первичной биологической продукции к более высоким уровням сопровождается значительными потерями энергии. Отношение биомассы организмов к количеству потребляемого ими органического вещества обычно не превышает 10-20%. При перемещении к более высоким трофическим уровням это приводит к быстрому сокращению биомассы и потребляемой ею энергии. В природных экосистемах с одного трофического уровня экологической пирамиды переходит на другой, более высокий ее уровень в среднем не более 10% энергии.

Еще более жесткое соотношение обусловливает устойчивость природных систем: эмпирически установлено, что изменение энергетики системы в пределах всего лишь 1% выводит ее из равновесного (квазистационарного) состояния. Не случайно доля суммарной радиации, используемой для устойчивого процесса фотосинтеза, составляет 0,16% приходящей суммарной солнечной радиации.

В.Г. Горшковым было установлено, что в пределах биосферы биота сохраняет способность контролировать условия окружающей среды, если человек в процессе своей деятельности использует не более 1% чистой первичной продукции биоты. Остальная часть продукции должна распределяться между видами, выполняющими функции стабилизации окружающей среды. Следовательно, с точки зрения человечества, биота представляет собой механизм, обеспечивающий человека питанием (энергией) с коэффициентом полезного действия 1%, а 99% идет на поддержание устойчивости окружающей среды.

Если рассматривать человека как биологический вид, находящийся на вершине экологической пирамиды, то ему, по законам биологической экологии, полагалось бы на питание лишь несколько процентов производимой на суше первичной биологической продукции, то есть порядка 10 млрд. тонн в год. Фактически, благодаря использованию пашни, пастбищ и лесов, человек поглощает сельскохозяйственные и лесные продукты общей массой 31 млрд. т. Кроме того, вследствие деятельности человека, современная первичная продуктивность меньше исходной на 27 млрд. т, проявляющейся в деградации естественных ландшафтов и превращении естественных экосистем в антропогенные. Тогда общее количество потребляемой и разрушаемой человеком биомассы суши равно 58 млрд. т в год, или почти 40% первичной биологической продукции суши. Эти величины, полученные в 1986 г. П. Витусеком с соавторами (США), стали широко известны в мире среди специалистов как еще один пока-

затель глобального экологического кризиса. Менее известно, что подобные результаты получены В.Г. Горшковым в России еще в 1980 г.

Очевидно, что потребление первичной биологической продукции человеком превосходит все мыслимые пределы уже сейчас. При дальнейшем росте населения мира его потребности можно будет удовлетворять только за счет потребностей других живых организмов, а это неизбежно, рано или поздно, приведет к катастрофической деградации биосферы и, следовательно, и экосферы в целом. В проблемах деградации биосферы есть два наиболее серьезных аспекта: во-первых, чрезмерное, не соответствующее установленному природой уровню антропогенное поглощение и разрушение возобновимых биологических ресурсов и, во-вторых, снижение роли биосферы в стабилизации состояния экосферы. Обе проблемы чрезвычайно серьезны, но, вероятно, вторая проблема более важна, потому что она затрагивает основные, глубинные, системные процессы функционирования экосферы. Можно считать, что величина антропогенной доли поглощения и разрушения первичной биологической продукции суши – важнейший геоэкологический индекс чрезвычайно неблагоприятного, кризисного состояния экосферы.

6.2. Современные ландшафты мира

Величина биологической продуктивности каждого участка земной поверхности зависит от соотношения тепла и влаги, поступающих к этому участку. Чем больше величина солнечной энергии, поглощаемой поверхностью земли (радиационного баланса), тем лучше условия для синтеза первичной биологической продукции. Однако это верно только в том случае, если этот участок получает оптимальное количество воды, то есть такое, когда количество осадков и величина испаряемости равны. Если осадков меньше, чем величина испаряемости, то биопродуктивность будет сдерживаться дефицитом влаги, и чем меньше влаги, тем хуже условия для прироста биомассы. А если осадков больше, чем может испариться, то переувлажнение почв также будет подавлять прирост.

Наибольшая величина первичной продуктивности характерна для влажных лесов экваториального пояса (около 4000 т/км^2 в год). Субтропические леса производят 2000 т/км^2, а тайга – 700 т/км^2. В этом ряду различных типов лесных ландшафтов определяющим фактором является тепло, то есть радиационный баланс.

Если взглянуть на картину распределения ландшафтов с точки зрения убывающего увлажнения, то саванны тропического пояса имеют биопродуктивность примерно 1500 т/км^2, степи (в целом получающие меньше осадков по сравнению с саваннами) - около 900 т/км^2, а пустыни - не более 200 т/км^2.

Таким образом, не только величины тепла и влаги, но и их соотношение, предопределяют величину первичной биологической продукции и, в конечном итоге, формирование основных типов растительности. При этом можно видеть, что, например, леса произрастают в условиях достаточного или избыточного увлажнения, но в зависимости от поступающего тепла принимают различный облик. С другой стороны, при сокращении увлажнения растительность стано-

вится все более сухолюбивой, так что при одном и том же радиационном балансе, но убывающем количестве осадков, мы наблюдаем направленное чередование типов растительности: от влажного леса к саванне, затем к степи и, наконец, пустыне. Таким образом, распределение основных типов растительности не случайно, а подчиняется определенным закономерностям.

Им же подчиняются другие природные явления, такие как основные типы почв и геохимических процессов, особенности климата, водного баланса и режима, многие геоморфологические процессы и т.п. Это так называемый закон географической зональности, обобщенный М.И. Будыко и А.А. Григорьевым.

Закон географической зональности позволяет описать не только пространственное распределение основных черт зональных процессов, но и их сочетаний в виде природно-территориальных комплексов, или ландшафтов в том виде, какие сейчас существовали бы на Земле, если бы на ней не действовал человек.

Деятельность человека весьма значительно преобразовала первичные, или потенциальные ландшафты Земли. Значительные массивы земель (в прошлом степи, леса, саванны и пр.) были распаханы. Многие безлесные типы ландшафтов подверглись глубоким преобразованиям под влиянием продолжительного выпаса скота или антропогенных пожаров. Большие площади лесов вырублены, а часть первичных лесов сменилась вторичными.

На 20-30% площади суши человек преобразовал ландшафты практически полностью. На территориях с высокой плотностью населения естественные экосистемы почти не сохранились. Вместо этого, их территории на 40-80% заняты сельскохозяйственными землями, населенными пунктами, дорогами, промышленными сооружениями и прочими результатами деятельности человека. На остальной части встречаются вторичные или специально выращиваемые леса, деградировавшие земли, и водохозяйственные системы, находящиеся, как правило, в далеко не идеальном состоянии. При этом внешне такие территории могут выглядеть благополучно (что и наблюдается, например, в Западной Европе или США), но фактически это области дестабилизации экосферы.

Территорий, совсем неизмененных человеком, в мире не осталось. Даже в отдаленных от центров экономической деятельности областях, таких как Антарктида или северо-восток нашей страны, выпадения химических веществ из атмосферы изменили, хотя и в малой степени, первоначальное, доантропогенное состояние ландшафтов Земли.

И все же большие территории на Земле остаются почти нетронутыми. Они играют огромную, общепланетарную роль в сохранении гомеостазиса экосферы, и потому должны рассматриваться как ценнейшее достояние всего человечества.

По степени антропогенной трансформации современные ландшафты Земли могут быть разделены на две большие группы:

1) Коренные (или первичные);

2) Природно-антропогенные.

В свою очередь, ландшафты второй группы делятся на: вторично-производные, антропогенно-модифицированные и техногенные.

Коренные (первичные) ландшафты – это зональные типы ландшафта, не подвергшиеся прямому воздействию хозяйственной деятельности, то есть практически не трансформированные.

Эта категория включает ландшафты ледниковых пустынь, некоторых тропических пустынь, подавляющую часть высокогорных районов, а также значительные части ландшафтов бореальных лесов (то есть лесов умеренного пояса Северного полушария) и тундры. Сюда относятся также заповедники и другие, строго охраняемые территории. Ряд исследователей рассматривает первичные (коренные) ландшафты как важнейший природный ресурс, играющий важную роль в экологической стабилизации экосферы. В этой связи надо отметить, что Россия обладает наибольшей в мире площадью свободных ото льда коренных ландшафтов.

Вторично-производные ландшафты – это природно-антропогенные ландшафты, сформировавшиеся на месте первичных в результате хозяйственной деятельности в настоящем или прошлом, существующие в относительно устойчивом состоянии на протяжении десятилетий или первых столетий благодаря естественным процессам саморегулирования.

Такие ландшафты отличаются хозяйственной деятельностью средней интенсивности, или же в малоизмененном ландшафте встречаются отдельные пятна высоко интенсивной деятельности. Общим для всех ландшафтов этой категории является видимое преобладание значительно измененных человеком сообществ растительности (вторичной растительности). Наряду с этим происходят изменения особенностей почв, микроклимата и других компонентов ландшафта.

К категории *антропогенно-модифицированных ландшафтов относятся ландшафты с весьма высокой степенью трансформации.* В них антропогенные изменения отличались большей скоростью, чем природные вариации географических условий. Эти ландшафты управляются, с одной стороны, как природные системы, а с другой стороны, они в очень большой степени зависят от деятельности человека.

В эту категорию входят, прежде всего, сельскохозяйственные модификации ландшафтов: поля (орошаемые и неорошаемые), огороды, сады, плантации и пастбища разного типа. Сюда относятся также территории интенсивного, целенаправленного выращивания древесины (сильвикультура). К категории антропогенно-модифицированных ландшафтов относятся также охраняемые рекреационные области и парки.

Техногенные ландшафты – это природные системы, управляемые преимущественно деятельностью человека. Это городские системы со всей городской и пригородной инфраструктурой: жилые кварталы, улицы и площади, места отдыха, промышленные зоны, пути сообщения, системы жизнеобеспечения (водоснабжение и канализация, сбор и переработка мусора, энергоснабжение и отопление) и пр. Это места добычи и переработки минеральных ресурсов (карьеры, шахты, нефтяные промыслы и пр.). Это ландшафты гидротехнических сооружений (плотины, водохранилища, каналы, насосные станции и т.д.) с прилегающими акваториями и территориями.

По типам деятельности человека антропогенные ландшафты могут быть разделены на следующие категории:

- ландшафты районов неорошаемого земледелия;
- ландшафты районов орошаемого земледелия;
- пастбищные ландшафты;
- лесохозяйственные ландшафты;
- горнопромышленные ландшафты;
- урбанизированные ландшафты;
- рекреационные ландшафты.

Анализ особенностей каждого типа антропогенных ландшафтов выполнен Л.И. Кураковой (1976).

Основные особенности антропогенной трансформации ландшафтов и экосистем заключаются в следующем:

- Система из почти полностью замкнутой превращается в открытую, главным образом вследствие отчуждения биомассы в виде продукции, используемой человеком. Степень открытости системы является индикатором степени ее антропогенного преобразования;
- Увеличивается однообразие ландшафтов. Снижение внутриландшафтного разнообразия также может быть индикатором антропогенной трансформации;
- Продуктивность ландшафтов снижается в прямой (нелинейной) зависимости от интегрального антропогенного давления за определенный интервал времени;
- Чем выше интегральное антропогенное давление, тем в большей степени нарушено эволюционное развитие ландшафтов и экосистем;
- Химическое равновесие, сложившееся в ландшафтах и экосистемах в процессе их эволюции в доантропогенную эпоху, нарушено. Антропогенные потоки химических элементов и их соединений часто на один-два порядка превышают уровень естественных потоков химических веществ;
- В особенности интенсифицировались потоки биогенных веществ;
- Происходит непрерывная трансформация земельного фонда.

Общей особенностью ландшафтов мира является ухудшение их состояния (деградация), выражающееся, прежде всего, в снижении их естественной биологической продуктивности. При этом главные процессы – это *обезлесение* в сравнительно влажных ландшафтах и *опустынивание* в относительно сухих ландшафтах. Природные условия, благоприятные для развития этих двух процессов имеются на более чем 90% территории суши без ледников, а антропогенные воздействия превращают эту возможность в реальность.

Обезлесение. Леса играют важнейшую роль в формировании как глобального цикла воды, так и глобальных биогеохимических циклов таких элементов как углерод и кислород. Леса мира регулируют важные особенности климата и водного режима мира. Экваториальные леса являются особенно важным резервуаром биологического разнообразия, сохраняя 50% видов животных и растений мира на 6% площади суши. Вклад лесов в мировые ресурсы не только значителен количественно, но и уникален, поскольку леса это источник древесины,

бумаги, лекарств, красок, каучука, плодов и пр.

Леса с сомкнутыми кронами деревьев занимают в мире 28 млн. км^2 при примерно одинаковой их площади в умеренном и тропическом поясе. Что касается лесов с разомкнутыми кронами различной площади проективного покрытия, то граница между лесом и не лесом может быть проведена лишь весьма условно, и критерии выделения лесов различаются. Согласно Международной организации по продовольствию и сельскому хозяйству (ФАО), в 1995 г. естественные и саженые леса покрывали 26,6% свободной ото льда суши, или примерно 35 млн. км^2.

В результате своей деятельности человек уничтожил не менее 10 млн. км^2 лесов, содержавших 36% фитомассы суши. Главной причиной уничтожения лесов была потребность увеличить, вследствие роста численности населения, площади пашни и пастбища.

В то время как обезлесение умеренного пояса к настоящему времени в основном прекратилось, сокращение площади тропических и экваториальных лесов продолжается. Потери составляют около 11-20 млн. га в год.

Распространено мнение, что значительное обезлесение происходит в бассейне р. Амазонка. Однако оценки, выполненные различными исследователями на основе детального анализа спутниковых данных за 1978-1994 гг., показали, что скорость обезлесения была 15-20 тыс. км^2 в год, а общая потеря лесов с начала освоения территории, то есть приблизительно с 70-х годов XX века, составила около 6% от исходной площади леса, равной примерно 5 млн. км^2.

Существует много причин тропического обезлесения и комбинаций этих причин. Они различаются от страны к стране и от места к месту. В ряде стран, в особенности в бассейне Амазонки, имеются государственные программы хозяйственного освоения лесных территорий.

В лесах умеренного пояса наибольшие проблемы встречаются в Российской Федерации. Россия отличается наибольшей площадью лесов на Земле, достигающей 7,7 млн. км^2, что составляет 46% всех нетропических лесов мира.

Во многих районах России первичные леса замещены вторичными. Часть лесов страдает от кислотных осадков, в особенности вокруг городов. Леса России несут большие потери от пожаров и вредителей, распространяющихся на площадях около 1 млн. га в год.

Вследствие общемировой роли лесов в стабилизации экосферы нужен глобальный подход к управлению ими. Необходимо разработать и принять международную конвенцию по лесам, которая определила бы основные принципы и механизмы международного сотрудничества в этой области с целью поддержания устойчивого состояния лесов и его улучшения.

Один из компонентов этого сотрудничества успешно функционирует. Это Международная Организация по древесине, объединяющая как страны-потребители, так и страны-владельцы лесных ресурсов (не только тропического, но и умеренного пояса). Голоса стран-участников имеют различный вес, в зависимости от объема владения или потребления древесины.

Опустынивание. Существует неверное представление о том, что опустынивание это наступление пустынь на более продуктивные территории. На са-

мом деле Международная Конвенция по борьбе с опустыниванием, заключенная в 1994 г., дает следующее определение процесса опустынивания: «*Опустынивание означает деградацию земель в засушливых ... районах, которая происходит вследствие различных факторов, включая колебания климата и деятельность человека*». И далее: «*Деградация земель означает сокращение или полную потерю ... биологической или экономической продуктивности ... неорошаемых и орошаемых земель, или же пастбищ и лесов, вследствие использования земель, или других действий, ведущих к таким процессам как ветровая и водная эрозия почв, ухудшение физических, химических и биологических свойств почв, и к долгосрочной потере естественной растительности*».

Почвы районов опустынивания отличаются низким плодородием, что в сочетании с малыми и изменчивыми осадками приводит к тому, что биологическая продуктивность в районах значительного опустынивания не превышает 400 кг/га в год сухого вещества.

В соответствии с климатическими условиями пустыни должны занимать в мире площадь около 48 млн. км^2 (включая ледниковые покровы, то есть ледяные пустыни). Фактически, в соответствии с почвенно-ботаническими данными, их площадь достигает 57 млн. км^2. Разность между этими двумя цифрами, равная 9 млн. км^2, представляет антропогенные пустыни. Опустынивание различной степени развивается еще на 25 млн. км^2.

Около 3/4 аридных территорий Африки и Северной Америки подвержены деградации, то есть опустыниванию. Одна шестая часть населения мира живет в зоне угрозы опустынивания. В Российской Федерации опустыниванию подвержены территории, расположенные главным образом в бассейне Каспийского моря, в особенности Калмыкия.

Признаками опустынивания являются:

- сокращение степени покрытости почвы растительностью;
- увеличение отражательной способности (альбедо) поверхности почвы;
- значительная потеря многолетних растений, особенно деревьев и кустарников;
- деградация и эрозия почвы;
- наступание песков;
- засоление почв.

Все эти природные процессы типичны для аридных ландшафтов, и они регулируются естественным образом. Но когда они взаимосвязаны с действиями человека, многие изменения становятся необратимыми.

Опустынивание развивается вследствие неблагоприятного сочетания естественных и социально-экономических факторов.

Климат – один из важнейших естественных факторов формирования территорий различной степени опустынивания.

Эффективная борьба с опустыниванием должна основываться на глубоком понимании системы взаимодействующих естественных и социально-экономических факторов и, в конечном итоге, на стратегии социально-экономического преобразования стран, страдающих от опустынивания. Международная Конвенция по борьбе с опустыниванием – один из основных меха-

низмов участия всех стран мира в решении этой проблемы.

6.3. Проблемы сохранения биологического разнообразия Земли

Биологическое разнообразие – это совокупность всех форм жизни, населяющей нашу планету. Это богатство и многообразие жизни и ее процессов, включающие разнообразие живых организмов и их генетических различий, так же как и разнообразие мест существования, сообществ, экосистем и ландшафтов, в которых организмы существуют. Биологическое разнообразие делится на три иерархические категории: разнообразие среди представителей одних видов (то есть на уровне генов), между различными видами и между экосистемами.

Генетическое разнообразие чрезвычайно велико. Под ним понимаются вариации генов внутри видов. До недавних пор изменения генетического разнообразия исследовались преимущественно на породах домашних растений и животных, а также на популяциях отдельных видов, находящихся в ботанических садах и зоопарках. По-видимому, исследования глобальных проблем биологического разнообразия на уровне генов – дело будущего.

Что касается видового разнообразия, то до нынешнего времени подсчеты числа видов на Земле, выполненные различными авторами, различаются на порядок. Среди растений и хордовых животных описаны 85-90% видов, но во всех других таксонах описано много менее половины видов. Оценки общего числа видов, по данным различных авторов, находятся в пределах между 3,6 млн. и 112 млн. Столь большое различие связано преимущественно с тем, что число видов насекомых оценивается в пределах от 2 до 100 млн. видов, но даже если не принимать во внимание столь расходящиеся данные по насекомым, все равно уровень знания биологического разнообразия остается невысоким. Наиболее авторитетная оценка видового разнообразия, которая привлекла к этой работе около 1500 специалистов, выполнена в ЮНЕП в 1995 году. Согласно этой оценке, наиболее вероятное количество видов – 13-14 млн., из которых описаны лишь 1,75 млн., или менее 13%.

Наивысший иерархический уровень биологического разнообразия – экосистемный, или ландшафтный. Мелкомасштабные карты зональных типов ландшафтов мира или континентов по сути дела отражают это биологическое разнообразие высшего иерархического уровня.

Наибольшим видовым разнообразием отличаются следующие ландшафты (в убывающем порядке):

- влажные экваториальные леса;
- коралловые рифы;
- сухие тропические леса;
- влажные леса умеренного пояса;
- океанические острова;
- ландшафты средиземноморского климата;
- безлесные (саванновые, степные) ландшафты.

Богатство влажных экваториальных лесов особенно велико: например, на 200 га леса в Индонезии произрастает столько же видов деревьев, сколько их

имеется во всей внетропической Северной Америке. Не меньшим видовым разнообразием отличаются коралловые рифы.

В последние два десятилетия биологическое разнообразие стало привлекать внимание не только специалистов-биологов, но и экономистов, политиков, а также общественность, в связи с очевидной угрозой антропогенной деградации биоразнообразия, намного превышающей нормальную, естественную деградацию.

За последние 500 млн. лет на Земле было пять периодов массового исчезновения видов. Из них последний был примерно 65 млн. лет тому назад. Для восстановления биологического богатства каждый раз необходимо было примерно 10 млн. лет. В настоящее время, вследствие деятельности человека, имеется реальная опасность еще одного периода массового сокращения биологического разнообразия, но со скоростью, значительно превышающей как скорость в предшествующие периоды массового уничтожения, так и современную естественную скорость уничтожения и замещения видов.

Согласно «Глобальной оценке биологического разнообразия» (Global Biodiversity Assessment, UNEP, 1995), перед угрозой уничтожения стоят более чем 30000 видов животных и растений. Скорость исчезновения видов млекопитающих в XX столетии в 40 раз превышала максимальные скорости, зафиксированные в геологическом прошлом. За последние 400 лет исчезли 484 вида животных и 654 вида растений.

Причины современного ускоренного снижения биологического разнообразия следующие:

- Быстрый рост населения и экономического развития, вносящие огромные изменения в условия жизни всех организмов и экологических систем Земли;
- Не принимаются во внимание долговременные последствия действий, разрушающих условия существования живых организмов, эксплуатирующих природные ресурсы и интродуцирующих неместные виды;
- Рыночная экономика не в состоянии оценить истинную стоимость биологического разнообразия и его потерь;
- Увеличение миграции людей, рост международной торговли и туризма;
- Усиливающееся и распространяющееся загрязнение природных вод, почвы и воздуха.

Существует много способов защиты биологического разнообразия. На уровне видов выделяются два основных стратегических пути: *in situ* (то есть в месте обитания) и *ex situ* (вне места обитания).

Стратегия *in situ* – основная. При ней отдельные виды или популяции охраняются законом, регулируется охота на них и торговля ими (в том числе международная), разрабатываются и осуществляются стратегии по охране отдельных, наиболее ценных и редких видов (например, носорог, уссурийский тигр), или стратегии по реинтродукции видов в дикую природу (лошадь Пржевальского, бизон, зубр). На уровне стран принимаются законы, регулирующие вопросы охраны диких животных и растений.

При стратегии *ex situ* для сохранения ограниченного количества особей диких животных используются зоопарки, ботанические сады, аквариумы, кол-

лекции семян и микроорганизмов. Выпускаются также *Красные книги,* содержащие список видов, находящихся под угрозой исчезновения.

Охрана биоразнообразия на уровне видов – дорогой и трудоемкий путь, возможный только для избранных видов, но недостижимый для охраны всего богатства жизни на Земле. По-видимому, главное направление стратегии должно быть на уровне экосистем и таким образом, чтобы планомерное управление экосистемами обеспечивало бы и охрану биоразнообразия на всех трех иерархических уровнях.

Наиболее эффективный и относительно экономичный способ охраны биологического разнообразия на экосистемном уровне – создание охраняемых территорий. В соответствии с классификацией Всемирного союза охраны природы (IUCN), выделяются 8 видов охраняемых территорий:

1. Заповедник. Цель – сохранение природы и природных процессов в ненарушенном состоянии.

2. Национальный парк. Цель – сохранение природных областей национального и международного значения для научных исследований, образования и отдыха. Обычно это значительные территории, в которых использование природных ресурсов и другие материальные воздействия человека не допускаются.

3. Памятник (достопримечательность) природы. Это обычно небольшие территории.

4. Управляемые природные резерваты. Сбор некоторых природных ресурсов разрешается под контролем администрации.

5. *Охраняемые ландшафты и приморские виды.* Это живописные смешанные природные и окультуренные территории с сохранением традиционного использования земель.

В статистику по охраняемым территориям обычно включают земли категорий 1-5.

6. Ресурсный резерват, создаваемый чтобы предотвратить преждевременное использование территории.

7. Антропологический резерват (резервация), создаваемые для сохранения традиционного образа жизни коренного населения.

8. Территория многоцелевого использования природных ресурсов, ориентированная на устойчивое использование вод, леса, животного и растительного мира, пастбищ и для туризма.

Имеются еще две дополнительные категории, накладывающиеся на вышеперечисленные восемь:

9. Биосферные заповедники. Создаются с целью сохранения биоразнообразия. Включают несколько концентрических зон различной степени использования: от зоны полной недоступности (обычно в центральной части заповедника) до зоны разумной, но достаточно интенсивной эксплуатации.

10. Места всемирного наследия. Создаются для охраны уникальных природных особенностей мирового значения. Управление осуществляется в соответствии с Конвенцией по всемирному наследию.

В России различаются следующие категории охраняемых территорий:

- *государственные природные заповедники, в том числе биосферные;*

- *национальные парки;*
- *природные парки;*
- *государственные природные заказники;*
- *памятники природы;*
- *дендрологические парки и ботанические сады;*
- *лечебно-оздоровительные местности и курорты.*

Всего в мире в 1994 г. было 9793 охраняемых территорий категорий 1-5 по классификации IUCN общей площадью 9,6 млн. км^2, или 7,1 % от общей площади суши (без ледников).

Цель, которую ставит перед мировой общественностью Всемирный Союз охраны природы – добиться расширения охраняемых территорий до размеров, составляющих 10% площади каждой крупной растительной формации (биома) и, следовательно, мира в целом. Это способствовало бы не только охране биоразнообразия, но и повышению устойчивости экосферы в целом.

В Северной и Центральной Америке имеется 2549 охраняемых территорий, занимающих 10,2 % площади континента.

На территории России в 2014 г. было 104 заповедника общей площадью более 340 тыс. км^2. В России имеются также 43 национальных парка (суммарная площадь территории которых составляет более 110 тыс. км^2), 70 федеральных природных заказников (суммарная площадь 60 тыс. км^2), почти 12000 заказников регионального значения, 39 памятников природы федерального значения (общей площадью 280 км^2) и более 9 тыс. памятников природы регионального значения (41,5 тыс. км^2).

Стратегия расширения числа и площади охраняемых территорий находится в противоречии с использованием земли для других целей, в особенности имея в виду растущее население мира. Поэтому для охраны биологического разнообразия необходимо, наряду с охраняемыми территориями, в возрастающей степени совершенствовать использование «обычных», заселенных земель и управление популяциями диких видов, причем не только исчезающих, и местами их обитания на таких землях. Необходимо применять такие приемы как зонирование территорий по степени использования, создание коридоров, соединяющих массивы земель с меньшим антропогенным давлением (например, леса), сокращение степени фрагментации очагов биоразнообразия, управление экотонами (пограничными зонами между различными элементами ландшафта), сохранение природных переувлажненных земель, управление популяциями диких видов и местами их обитания.

Весьма эффективным может быть биорегиональное управление значительными территориями и акваториями, в особенности, если такие территории полностью или частично относятся к категории охраняемых. К ним относятся, например, Йеллоустонский национальный парк в США, Большой Барьерный риф в Австралии, национальный парк Серенгети в Танзании и др.

К эффективным способам защиты биологического разнообразия относятся и международные соглашения, общее число которых в области охраны биоразнообразия весьма значительно. Конференция ООН по окружающей среде и развитию (1992 г.) приняла *Международную конвенцию по охране биологического*

разнообразия, являющуюся центральной и важнейшей в этой области. Этот всеобъемлющий документ, обязательный к исполнению участниками Конвенции, ориентирован на вопросы использования и охраны биоразнообразия. Он требует, чтобы страны-участницы разработали и осуществляли стратегию устойчивого использования и защиты биоразнообразия. Конвенция обеспечивает форум для продолжения дискуссий по вопросам биоразнообразия.

Важным соглашением является *Конвенция о международной торговле видами дикой фауны и флоры, находящимися под угрозой уничтожения* (CITES). К Конвенции присоединились более ста государств. Существует также ряд других конвенций, охраняющих различные аспекты биологических ресурсов и биоразнообразия: *Конвенция по охране мигрирующих видов диких животных, Конвенция по охране водно-болотных угодий, Конвенция по защите китов* и др. Наряду с глобальными конвенциями существуют и многочисленные региональные и двухсторонние соглашения, регулирующие конкретные вопросы биоразнообразия.

К сожалению, пока можно констатировать, что, несмотря на многочисленные меры, ускоренное снижение биологического разнообразия мира продолжается.

Вопросы по Главе 6:

1. Что такое биосфера?
2. Раскройте основные особенности биосферы и ее роль в экосфере.
3. Опишите основные современные ландшафты Мира.
4. Каковы основные проблемы сохранения биологического разнообразия Земли?
5. Опишите основные пути сохранения биологического разнообразия.
6. Какие ООПТ существуют?
7. Опишите основные особенности отдельных категорий ООПТ.

Глава 7
Природно-техногенные системы

В результате деятельности человека за всю историю его существования, и в особенности за последние 50-100 лет, на Земле сформировались такие системы, в которых большую, если не определяющую роль играют не только естественные, но и техногенные процессы. Эти системы можно назвать природно-техногенными. К ним относятся разнообразные городские и сельские поселения, сельскохозяйственные системы, отдельные промышленные предприятия и индустриальные зоны, транспорт и транспортные коммуникации, энергетические системы, горнорудные предприятия вместе с зонами их влияния, рекреационные системы и др.

Природно-техногенные системы (ПТС) существенно преобразовали ту природу, которая была до появления человека. Уже в древнем Риме горнопромышленные предприятия заметно влияли на состояние окружающей среды. Несмотря на то, что ПТС и сейчас обычно занимают относительно небольшую площадь, их влияние на экосферу и ее составные части весьма велико.

Природно-техногенные системы отличаются двойственностью, как это видно из самого термина. С одной стороны, первоначальные природные их особенности в значительной степени изменены, и состояние ПТС определяется антропогенной нагрузкой на них. С другой стороны, основные особенности их функционирования во многом зависят от природных условий, в которых эти системы размещаются. Основные компоненты ландшафта, такие как рельеф, геологическое строение, климат и до некоторой степени природные воды сохраняют свои основные особенности и в пределах ПТС, оказывая решающее влияние на состояние природно-техногенной системы. Даже в больших и древних городах (как, например, в Москве), несмотря на продолжительную и интенсивную антропогенную нагрузку, первоначальные естественные черты просвечивают сквозь позднейшие антропогенные наслоения.

Геоэкологические проблемы природно-техногенных систем также двойственны. Они несут в себе как антропогенные, так и естественные черты. В самом деле, многие геоэкологические проблемы горнопромышленных городов похожи, потому что тип производства, характер и уровни загрязнения среды подобны. Но они в то же время могут весьма сильно отличаться друг от друга, потому что их природные условия (геолого-геоморфологические и гидроклиматические) могут быть столь же различны, сколь различаются, например, Кольский полуостров и юго-восточная Бразилия.

Отличительная особенность геоэкологического взгляда на ПТС заключается в том, что главным объектом геоэкологии является исследование взаимосвязей между собственно технической системой и пронизывающей ее природой, в то время как анализ экологических процессов на предприятии (транспортной системе, населенном пункте, сельскохозяйственном поле и пр.) относится к инженерии, агрономии, архитектуре и другим прикладным областям знания. Объектом геоэкологии может быть взаимодействие нефтепроводов и окружающей среды в Аравийской пустыне или Сибирской заболоченной лесотундре на веч-

ной мерзлоте, тогда как вопросы функционирования механизмов и инженерных систем в этих специфических природных условиях относятся к категории инженерной экологии. Однако четкую границу между инженерной экологией и геоэкологией природно-техногенных систем провести затруднительно.

7.1. Урбанизация

Одна из важнейших общемировых проблем – урбанизация, или быстрый рост городов и городского населения (табл. 7.1). Этот процесс относится к категории важнейших глобальных изменений. В 1996 г. городское население мира составляло 2,64 млрд. чел, или 46% всего населения. На фоне общего роста численности населения мира городское население за 1990-1995 гг. увеличивалось со скоростью 2,5% за год, тогда как сельское – всего лишь 0,8%. Ежедневно к городскому населению развивающихся стран мира добавляется около 150 тыс. чел.

Основные непосредственные причины роста численности городского населения:

а) миграции людей в города из сельской местности, а также и из других стран;

б) прирост населения в городах благодаря превышению рождаемости городского населения над его смертностью.

Рост численности городского населения в недавнем прошлом и на ближайшую перспективу столь же впечатляющий.

Таблица 7.1

Рост численности городского населения

Континент	Численность, млн. чел.			Доля городского населения, %		
	1975	1995	2025	1975	1995	2025
Африка	104	250	804	25	34	54
Европа	454	535	598	67	74	83
Сев. и Центр. Америка	235	332	508	57	68	79
Южн.Америка	138	249	406	64	78	88
Азия	592	1198	2718	25	35	55
Океания	15	20	31	72	70	75
Мир	1538	2584	5065	38	45	61

В развитых странах заметный рост доли городского населения отмечался приблизительно столетие тому назад. За время текущего пятидесятилетия (1975-2025 гг.) доля городского населения этих стран увеличивается уже незначительно, приближаясь к верхнему пределу переходной (логистической) кривой. Но зато около 90% прироста численности городского населения происходит за счет развивающихся стран. Жители Африки и Азии, лишь третья часть которых живет сейчас в городах, к 2025 г. также перейдут отметку в 50%. Численность и доля сельского населения стабилизируется или будет уменьшаться, в зависимости от континента. С абсолютным преобладанием городского населения на всех континентах экосфера в целом станет другой, с относительно редким сельским населением и многочислен-

ными городами различных размеров, включая сверхкрупные, так называемые *мегаполисы*. Понимание этого переходного процесса в экосфере в его взаимосвязи с деятельностью общества – одна из важнейших проблем геоэкологии как междисциплинарного направления.

Величины прироста городского населения сильно изменяются от города к городу и от страны к стране. Наивысшие показатели, равные примерно 5% в год, характерны для беднейших, наименее развитых стран. В некоторых государствах (Буркина-Фасо, Мозамбик, Непал, Афганистан и др.) прирост городского населения достигал 7% в год. Напомним, что при таком показателе численность населения города удваивается всего лишь за 10 лет!

Вследствие большой численности населения развивающихся стран, даже небольшое увеличение показателя прироста означает значительное приращение численности.

Городское население растет не только в развивающихся странах, если имеются особые причины для его роста. Регионом со значительным современным ростом населения городов вследствие благоприятной экономической конъюнктуры на фоне мягкого климата является, например, северо-запад США (штаты Вашингтон, Орегон и частично Калифорния), где он обусловлен как миграцией из других районов США, так и иммиграцией из других стран бассейна Тихого океана. Текущий ежегодный прирост числа жителей региона достигает здесь 12% (90-е годы XX века).

Чрезвычайным, хотя и все более типичным явлением, становятся крупнейшие города – мегаполисы. Фактически во всех этих случаях мы имеем дело не с одним сверхкрупным городом, а с агломерацией городов и других населенных пунктов. Если принять за нижний уровень сверхгорода городские скопления населения численностью от 8 млн. чел., то в 1950 г. в мире было всего два таких мегаполиса – это Нью-Йорк с населением 12,3 млн. и Лондон с 8,7 млн. чел. К 1990 г. их стало 21, причем 16 – в развивающихся странах. В 2014 году насчитывалось 40 городских агломераций с численностью населения свыше 10 млн. человек.

Разумеется, численность города зависит также от административного решения по выбору его границ. Например, Париж и Москва в основном ограничены кольцевой дорогой, хотя городские кварталы продолжаются и за кольцевой, в то время как Токио включает значительные города, фактически слившиеся со столицей.

Помимо отдельных сверхкрупных городов, возникли и так называемые *конурбации*, или скопления городов. В Японии на о.Хонсю городская застройка протягивается практически без перерывов от Токио до Кобе, более чем на 500 км, включая указанные города, и второй по величине город Японии – Осаку, и крупнейший порт страны, важный промышленный центр – Нагоя, а также и другие города. На восточном побережье США конурбация захватывает не менее значительную полосу городов, от Вашингтона до Бостона и включает Нью-Йорк, Филадельфию, Балтимор и др.

Многие города среднего размера растут быстрее, чем мегаполисы, со скоростью, заметно превышающей 5% в год. В результате возникает весьма много

городов с населением между 1 и 10 млн. чел. В 2014 году в Мире насчитывалось 429 городов-миллионеров. Небольшие города, в которых живет около половины всего городского населения мира, также очень быстро растут.

Степень антропогенных преобразований городских территорий, в особенности мегаполисов, чрезвычайно высока. Природные городские ландшафты весьма примитивны. Это парки и скверы, редко леса антропогенного происхождения и побережья морей и рек. Из фауны сохранились отдельные виды птиц и животных в очень простых и неустойчивых экосистемах. Широко встречаются немногие, толерантные к человеку виды, паразитирующие на отходах деятельности человека. Это крысы, вороны, тараканы и др. Лишь литогенная основа остается наименее трансформированной, и климат изменяется в значительно меньшей степени, чем биогенные компоненты.

Ландшафты крупных городов не могут сохраняться устойчивыми без поддержки человека. Заброшенные или малоухоженные кварталы мегаполисов представляют собой наихудший вид антропогенной пустыни.

Природные условия, в которых города находятся, во многом предопределяют их геоэкологические проблемы. Загрязнение воздуха, характерное в зимнее время года для городов Средней Европы, Сибири, Северо-Восточного Китая, возникает благодаря инверсии температуры, вызывающей устойчивую стратификацию воздуха. Низкокачественный уголь, используемый для отопления во многих местах этих районов и выделяющий при сжигании большое количество загрязнителей воздуха, вносит свой вклад в эту проблему. Весьма высокое загрязнение воздуха в таких городах как Лос-Анджелес, Мехико и Сантьяго связано не только с большим количеством автомобилей в условиях инверсии температуры, но и вследствие расположения этих городов в межгорных котловинах, благоприятных для развития инверсий.

В городах умеренного пояса практически не встречается малярия не потому, что они располагаются в относительно богатых странах с высокими расходами на здравоохранение, а благодаря относительно прохладному климату, в котором возбудитель малярии не в состоянии пройти полный цикл развития.

Плотность населения городов – весьма репрезентативный показатель степени антропогенной нагрузки на эти системы, хотя она изменяется весьма сильно в зависимости от имущественного уровня, месторасположения, традиций, транспортных и других условий. В некоторых районах Шанхая и Калькутты плотность составляет 800-1000 чел./га, что можно сравнить с густотой заселения квартир и домов в богатых странах. Плотность населения Бангкока и Сеула также весьма высока и составляет 300-400 чел./га. С другой стороны, этот показатель для городов США обычно равен 70 чел./га и менее.

Как гигантские городские агломерации, так и менее крупные города – это зоны экологического бедствия различного вида и напряженности.

Геоэкологические аспекты урбанизации весьма различны в развитых и развивающихся странах. Чрезвычайно быстрый рост городов беднейших стран приводит к резко усиливающемуся давлению на окружающую среду. К тому же, все системы жизнеобеспечения, без которых город не может существовать, оказываются перегруженными, а их рост не поспевает за приростом населения.

К ним относятся системы водоснабжения, канализации, сбора и переработки мусора, снабжения электроэнергией и пр., а также системы образования, медицинской помощи и социального обеспечения. В результате создается обстановка, опасная для жизни и здоровья жителей городов.

В развитых странах некоторые важные геоэкологические проблемы городов в той или иной степени решены. Например, во многих городах за последние десятилетия улучшилось качество воздуха и воды. В Токио в 60-х годах XX века полицейские, управлявшие уличным движением, нуждались в кислородных масках. Сейчас состояние воздуха стало значительно лучше.

Городские системы потребляют, перерабатывают и превращают в отходы значительную массу воды, продовольствия и топлива. При этом города развитых стран отличаются повышенным потреблением всех услуг систем жизнеобеспечения. Среднестатистический житель Нью-Йорка потребляет втрое больше воды и производит в восемь раз больше мусора, чем житель Бомбея. Точно так же и уровень потребления услуг городских систем жизнеобеспечения в различных районах в пределах одного города резко зависит от уровня благосостояния его жителей.

Некоторое улучшение геоэкологического состояния городов развитых стран благоприятно для их жителей. Вместе с тем сами эти города оказывают неблагоприятное воздействие на состояние экосферы на уровне континентов или мира в целом. Расходование природных ресурсов и эмиссия парниковых газов на душу населения городов развитых стран намного превышает соответствующие показатели для беднейших городов развивающихся стран, так что в конечном итоге жители городов развитых стран вносят весьма заметный вклад в усиление глобальных геоэкологических проблем.

Говоря о геоэкологических проблемах городов, не следует забывать об их роли как центров, влияющих на антропогенную трансформацию значительных прилегающих территорий. Условия и причины могут быть различными. В Африке, где в отдельных странах до 90% населения все еще готовит себе пищу на дровах, все пригодные лесные ресурсы в радиусе 50-80 км от крупных городов истощены.

В зонах высокого загрязнения воздуха вследствие функционирования предприятий промышленности или энергетики растительность трансформирована или полностью уничтожена на десятки километров вокруг города или по направлению вдоль преобладающих ветров. Такова ситуация в Норильске и окрестностях, где весьма уязвимая естественная растительность практически уничтожена на расстоянии до 100 км от промышленных предприятий.

Все крупные города, располагающиеся на реках, вносят весьма заметный вклад в загрязнение воды этих рек, вплоть до полного уничтожения жизни в воде на многие километры вниз по течению. Отмечено много ситуаций, в особенности в тропиках, когда в реке, протекающей сквозь большой город, концентрация патогенных бактерий увеличивается на несколько порядков.

Несколько сотен крупных городов мира и тысячи более мелких вызывают локальное, пятнистое ухудшение состояния окружающей среды. Взятые вместе, они в очень заметной степени влияют на глобальную ситуацию. Это весьма ти-

пичный пример универсальной геоэкологической проблемы, имеющей локальное, но часто встречающееся распространение, и потому не менее важной.

В этой связи, наряду с «зеленой» программой, адресованной на глобальные проблемы, такие как изменение климата, озоновый слой или биологическое разнообразие, ряд международных организаций и экспертов выдвигают «коричневую» программу, которая включала бы проблемы бедности, загрязнения окружающей среды и экологической безопасности в городах. Такие программы решают практические вопросы улучшения качества жизни в городах, включая совершенствование систем водоснабжения, канализации, удаления и переработки отходов.

7.2. Энергетика

Энергетика – важнейшая сторона деятельности человека. Без использования энергии невозможны практически все другие его действия: извлечение и переработка природных ресурсов, производство промышленной продукции, транспорт, сельское хозяйство, освещение, отопление, здравоохранение и т.д. Эволюция общества и цивилизации происходила и происходит в тесном взаимодействии с развитием энергетики.

Энергия – важнейший товар в международной экономике, а надежное обеспечение стран источниками энергии стало важнейшей геостратегической проблемой XX столетия. Глобальные энергетические стратегии и проблемы системно взаимосвязаны с основными общемировыми вопросами, такими как рост численности населения, увеличение имущественных различий между отдельными слоями общества, распространение бедности, дефицит продовольствия и воды, состояние здоровья и здравоохранения, неудовлетворительное качество воздуха в городах, изменение климата, деградация экосистем, их асидификация, распространение ядерного оружия и др. Из этого следует, что вопросы энергетики должны решаться таким образом, чтобы не ухудшилось состояние других глобальных проблем.

Общая мощность производимой или же потребляемой в мире энергии составляет 10 тераватт, или 10^{10} вт, и продолжает увеличиваться. Из этого количества около 90% энергии получают благодаря сжиганию угля, нефти и природного газа. По всей вероятности, этот показатель сохранится на ближайшие десятилетия, а количество производимой энергии будет все еще увеличиваться. Объем и доля атомной энергии, вероятно, останется на ближайшую перспективу скромной. Суммарная величина производимой гидроэлектроэнергии будет увеличиваться, но ее доля в производстве и использовании энергии останется небольшой.

Другие, преимущественно возобновимые источники энергии, такие как энергия солнца, ветра, морских приливов, волнения воды, разности температур поверхностных и глубинных слоев воды океана, специально выращиваемой биомассы, геотермальная энергия и прочие, несмотря на некоторые оптимистические прогнозы, не спешат занимать сколько-нибудь значительное место. Экономические и экологические удельные затраты на производство энергии из

возобновимых источников неуклонно снижаются, и имеются заметные достижения в их практическом использовании, хотя доля этих источников в мировом энергетическом балансе пока не достигает и 1%.

Производство и потребление энергии в мире, за редкими исключениями, неуклонно росли, в особенности в последние десятилетия. За 20 лет, с 1971 по 1991 гг., потребление энергии в мире увеличилось на 45%. Соответственно расходовались и запасы горючих ископаемых. Тем не менее, благодаря успешным поискам новых месторождений и их разведке, запасы продолжали увеличиваться. По состоянию на 1990 г., при современном уровне разведанных запасов и ежегодной добычи, угля хватило бы на 209 лет, нефти на 45 лет и природного газа на 52 года. Согласно доклада World Energy Resources 2013 разведанных запасов нефти может хватить только на 56 лет, а по данным Всемирного энергетического совета, озвученных в 2013 году, запасов угля должно хватит минимум на 270 лет.

Производство и использование основных источников тепловой энергии практически всегда сопровождаются неблагоприятными последствиями, влияющими на экосферу и на здоровье людей. Ожидаемый дальнейший рост производства и использования энергии приведет к еще большему усилению экологических проблем. Геоэкологические ограничения могут стать столь серьезными, что они станут диктовать основные элементы стратегии энергетики. В частности, мы уже обсуждали возможную ситуацию, когда не дефицит горючих ископаемых, а значительное ухудшение состояния экосферы приведет по необходимости к трансформации глобальной энергетики на основе возобновимых и экологически более чистых источников энергии. Геоэкологические вопросы энергетики уже излагались в соответствующих разделах настоящей работы и ниже лишь кратко остановимся на основных проблемах.

Опора в энергетике на использование горючих ископаемых и чрезвычайно высокая их доля в производстве энергии предопределяют специфический набор связанных с этим геоэкологических проблем. По объему выбросов загрязняющих веществ в атмосферу тепловая энергетика является наиболее крупной отраслью промышленности (27% от общего количества выбросов всей индустрии России). Составляющими выбросов в основном являются твердые частицы (31% от общего количества выбросов), диоксид серы (42%), оксиды азота (24%).

Современная ТЭЦ мощностью 1000 мвт выбрасывает в воздух за год 165 тыс. т газов и 500 тыс. т твердых частиц. Тепловое загрязнение, то есть неиспользуемый выброс тепла, составляет около 60% производимой энергии. Каждая ТЭЦ нуждается в 4 км^2 площади, не считая площадей для складов, подъездных путей, градирен, линий электропередач, свалок и др.

Загрязнение воздуха, ассоциирующееся со сжиганием нефти, угля и газа, неблагоприятно влияет на экосистемы и здоровье людей. Из трех основных источников тепловой энергетики более всего загрязнений и парниковых газов производится и выбрасывается в атмосферу в результате сжигания угля, и наименьшее – при сжигании газа. Кислотные осадки, возникающие как следствие функционирования тепловых электростанций, наносят ущерб экосистемам, а также урожаю, строениям, памятникам материальной культуры. Современная

энергетика является важнейшим фактором накопления в атмосфере парниковых газов и, следовательно, наиболее важной причиной антропогенного изменения климата.

Атомные электростанции несут с собой высочайший риск катастрофы вследствие выделения в экосферу радиоактивных изотопов. Как показывает печальный опыт Чернобыльской АЭС, радиоактивное загрязнение вследствие взрыва всего лишь одного атомного реактора нанесло невосполнимый ущерб жизни и здоровью людей, состоянию естественных и агроэкологических систем, по сути дела, вывело из нормального использования чрезвычайно большую территорию в пределах Белоруссии, России и Украины.

В атомной энергетике остаются нерешенными проблемы хранения и переработки радиоактивных отходов деятельности АЭС. Подошли также сроки выведения первых атомных станций (не только в России, но и в других странах мира) из эксплуатации. Поскольку неизвестно, что с ними делать дальше, они подлежат консервации. Как это делать безопасно и эффективно – пока еще плохо проработанная задача.

Основное направление в стратегии снижения геоэкологических проблем энергетики – повышение роли возобновимых и экологически более чистых источников энергии. Однако абсолютно безвредных источников практически не бывает.

Гидроэлектростанции создают свой специфический набор геоэкологических проблем: потери затапливаемой земли, зачастую весьма ценной, переселение населенных пунктов из зоны затопления, изменения водных и наземных экосистем и их плодородия, а в тропических и экваториальных районах и усиление частоты и серьезности заболеваний многими тропическими болезнями, ассоциирующимися с водой (малярия, речная слепота и др.)

Непосредственное использование солнечной энергии также не оказывается полностью оправданным с экологической точки зрения: аккумуляторы солнечной энергии различных типов часто требуют большой территории. Сбор солнечной энергии зависит также от метеорологических и, следовательно, физико-географических факторов: облачности, угла солнца над горизонтом и пр., а потому он эффективен преимущественно в тропических районах со значительной продолжительностью солнечного сияния. Если в процессе производства энергии используются фотоэлектрические батареи, то в одном или нескольких звеньях технологической цепочки их производства возникает значительное загрязнение окружающей среды.

Опосредованное использование солнечной энергии, в природе, проявляющейся в виде ветра, волнения, приливов, биомассы и др., столь же несвободно от геоэкологических проблем. Например, ветровые электростанции вызывают неприемлемые шумовые эффекты, и потому должны располагаться вдали от населенных пунктов; энергия морских волн значительна, но задача ее концентрация для производства электроэнергии технически очень не проста.

Использование геотермальной энергии влечет за собой значительное загрязнение воды, воздуха и земли. Геотермальная электростанция мощностью 1000 мвт выпускает в атмосферу 10^4– 10^5 т газов в год и загрязняет 10^5–10^8м^3

воды и требует значительной площади (до 20 км^2 на одну станцию).

Энергетические системы состоят из двух равноценно важных частей: подсистемы, касающейся предложения энергии, и подсистемы спроса на нее. Для эффективного функционирования систем энергетики не менее важны проблемы спроса. Экономия энергии играет здесь важнейшую роль.

Больше половины производимой ежедневно энергии теряется вследствие технических особенностей энергетических систем или недостаточно эффективной деятельности человека. Экономия энергии должна быть частью стратегии снижения расхода энергии на единицу продукта, причем социально-экономическое развитие или привычный стиль жизни людей, по крайней мере, не должны ухудшаться. Меры по экономии энергии и повышению ее эффективности менее успешны в странах с переходной экономикой и развивающихся странах, где промышленность зачастую расходует в 2-5 раз больше энергии на ту же величину продукции вследствие того, что оборудование, технологические процессы, транспортные системы и пр., как правило, устарели и нуждаются в модернизации.

Обсуждая стратегии выхода человечества из глобального геоэкологического кризиса, мы говорили также о необходимости и принципиальной технической возможности повысить в обозримом будущем эффективность использования энергии на порядок, то есть примерно в 10 раз. Такие действия вполне соответствовали бы осуществлению одной из обсуждавшихся нами ранее переходных стратегий, направленных на решение глобального геоэкологического кризиса.

7.3. Промышленность

Разнообразная деятельность промышленности и ее геоэкологические последствия могут быть схематизированы в виде производственно-экологической пирамиды, несколько похожей на экологическую пирамиду. В основании пирамиды лежит добыча сырья, преимущественно минерального. Известно, что около 98% добываемого на этом этапе сырья идет в отходы в виде пустой породы, руды низкой концентрацией полезного компонента, грунта, нестандартной древесины и пр. Только 2% сырья достигает следующего уровня, который можно назвать уровнем переработки сырья. В результате получают промежуточную продукцию, например, железо, сталь, прокат, цветные металлы, разнообразные химические вещества, различные пиломатериалы и пр.

Промежуточная продукция используется на следующей стадии, условно называемой машиностроением и легкой промышленностью, производящей разнообразные орудия труда и предметы потребления. На этой стадии доля полезного продукта от исходного количества сырья еще более сокращается.

Наконец, на высшей стадии промышленного производства мы имеем дело с современной индустрией высокой сложности и точности, производящей аппараты электроники и прецизионного машиностроения, композитные материалы, продукты биотехнологии и прочие товары так называемой «высокой технологии» (high-tech). На этой стадии объем используемых материалов минимален,

главные вложения – личный опыт персонала, передовые технологии и дорогостоящие комплектующие.

Одна из тенденций современной индустрии в том, что значительная часть промышленности высокой сложности и точности перестала продавать свою продукцию. Вместо этого, продукция сдается в аренду потребителю, а компания-изготовитель обеспечивает ее сервис. Так происходит переход к стадии услуг, и роль услуг имеет тенденцию к росту.

Стадия «высокой технологии» есть результат современной научно-технической революции. Зачастую, при чтении литературы, создается ошибочное впечатление, что человечество или, по крайней мере, развитые страны целиком и полностью перешли на эту стадию. На самом деле, все четыре стадии необходимы одновременно и нуждаются в развитии и совершенствовании, а без низшей стадии невозможно достичь более высокой. По-прежнему необходим металл, энергия, продукция химической промышленности и др.

В соответствии со стадиями промышленного производства возникают определенные тенденции изменения геоэкологических проблем:

а) объем извлекаемых ресурсов и перерабатываемого сырья снижается;

б) объем загрязняющих отходов, сбрасываемых в окружающую среду, сокращается;

в) токсичность сбросов резко увеличивается, так что результирующее загрязнение может и не уменьшиться.

Геоэкологические воздействия промышленности охватывают всю технологическую цепочку, от добычи сырья и первичной обработки через собственно процессы производства, до использования конечного продукта и размещения отходов. Промышленность – важный потребитель природных ресурсов (металлических и неметаллических руд, продуктов сельского хозяйства, энергии различных видов). В результате индустриальных процессов возникает необходимость в запланированных или неожиданных сбросах вредных газов, твердых отходов и разнообразных жидких стоков. Это может случиться в процессе производства или позднее при использовании продукта. Некоторые из отходов и продуктов промышленности очень токсичны и могут нанести значительный ущерб.

Для борьбы с неблагоприятными геоэкологическими последствиями промышленного производства существует два принципиальных подхода:

а) управление загрязнениями на конечной стадии производства;

б) системная перестройка производственного цикла.

При стратегическом подходе (тип а) управление загрязнениями осуществляется *после* завершения технологического цикла, в виде как бы дополнения к нему. Этот подход носит условное название «на конце трубы». Переработка загрязнений «на конце трубы», как правило, не сокращает объем или массу загрязнителей. Она попросту перемещает отходы, после их обработки, из одной среды в другую, более удобную при данном технологическом цикле, например, из воздуха в землю. Во многих случаях обработка отходов перемещает эмиссии, выпускаемые в воздух, в водную среду. Такого рода операции нежелательны в долгосрочном плане, хотя и могут казаться приемлемыми как временная мера. Обработка отходов за пределами основного технологического цикла, то есть «на

конце трубы» чрезвычайно широко распространена, хотя, по сути, не решает экологических проблем. Такая технология носит название «малоотходная» или «безотходная», что, по сути, неверно.

При стратегическом подходе (тип б) в качестве долгосрочной, и, скорее всего, недостижимой на 100% цели ставится задача добиться такого производства, которое было бы полностью замкнутым, подобно космическому кораблю в продолжительном, автономном полете. С этих позиций, существует три класса технологических подходов, требующих системной перестройки промышленного производства для действительного снижения объема, массы и токсичности отходов, сбросов и эмиссий:

1) Экономия сырья, материалов и энергии. К этой категории относятся изменения производственного цикла, в том числе такие мероприятия, как внедрение более экологически и экономически эффективных производственных процессов, использование новых материалов, а также такие мероприятия как повышение теплоизоляции производственных помещений, установка более эффективного освещения, применение более легких грузовиков, и др.;

2) Увеличение степени использования промышленного продукта. К этим мерам относится организация вторичного рынка таких использованных товаров как автомобили, одежда и обувь, электроника, мебель, книги и многие другие, сбор и переработка утиля (лом цветных и черных металлов, стекло, бумага, использованная упаковка и др.), при соответствующем сокращении производства новых товаров;

3) Извлечение полезных продуктов из промышленных отходов. Первой этим стала знаменита американская корпорация 3-М, получающая значительный доход от извлечения побочных продуктов. Ее лозунг "Pollution Prevention Pays" (PPP), который можно перевести как «Предотвращение загрязнения платит за себя» широко известен в деловом мире.

Исследования Департамента энергетики показали возможность сокращения промышленных отходов в США на 1,3 млрд. т за период между 1996 и 2010 гг. Потенциальная выгода от этого может увеличить валовой продукт страны за тот же период на 1,936 трлн. долларов. Одновременно возрастет занятость на 16 млн. чел. в год в течение 15 лет. Таким образом, национальная политика сокращения промышленных отходов может принести как экологическую, так и экономическую выгоду.

7.4. Транспорт

Услуги транспорта играют важную роль в экономике и повседневной жизни людей. Транспорт – один из важнейших компонентов общественного и экономического развития, поглощающий значительное количество ресурсов и оказывающий серьезное влияние на окружающую среду. Использование практически всех видов транспорта на всех континентах возрастает и по объему перевозимых грузов, и по количеству тонно-километров, и по числу перевозимых пассажиров. Некоторые виды транспорта уходят в прошлое (например, морские пассажирские линии дальнего плавания или гужевой транспорт в развитых

странах). Однако во многих странах все еще используется тягловая сила животных, передвижение на велосипедах или пешком. Вместе с тем, увеличивается использование дальней авиации и трубопроводов при относительно стабильном использовании железнодорожного транспорта.

Но особенно большую роль играет постоянное и неуклонное увеличение использования автомобилей для перевозки грузов и как средство личного транспорта. Этому сопутствует рост автомобильных, в том числе скоростных дорог. Около половины добываемой в мире нефти используется для автомобильного транспорта, рост которого значительно опережает рост населения. Увеличение числа автомобилей неразрывно связано с процессами урбанизации. Многочасовые заторы стали обычной картиной на улицах многих городов мира. Не лучше ситуация и в России. Количество автомобилей в Москве в несколько раз превышает допустимое для имеющейся сети городских дорог.

Транспорт – очень важный неблагоприятный фактор состояния окружающей среды:

1) почти все виды транспорта загрязняют окружающую среду, в особенности воздух, а также и воду, и вызывают значительный шум и вибрацию;

2) поглощается много земельных ресурсов для транспортной инфраструктуры – автомобильных и железных дорог, морских и речных портов, трубопроводов, аэропортов и пр. и связанных с ними складов, вокзалов, причалов и т.д. Транспортная инфраструктура создает значительные по площади техногенные ландшафты;

3) значительное количество природных ресурсов расходуется на производство автомобилей и сооружение элементов транспортной инфраструктуры;

4) все виды транспорта представляют серьезную опасность для жизни, здоровья и имущества людей.

Загрязнение воздуха – наиболее серьезная геоэкологическая проблема, ассоциирующаяся с транспортом. В странах Организации экономического и социального развития (OECD) эмиссия в воздух от автомобилей увеличилась за период 1975-1990 гг. на 20-75%. В развивающихся странах этот показатель выше. В Москве эмиссия выхлопных газов автомобилей составляет не менее 70% всего загрязнения воздуха. От 40 до 70% оксидов азота, от 70 до 90% окиси углерода и не менее 50% свинца в атмосфере вызваны выхлопом автомобилей. Последствия загрязнения воздуха становятся важнейшей глобальной геоэкологической проблемой.

Загрязнители воздуха, непосредственно продуцируемые автомобилями, такие как окись углерода, оксиды азота, углеводороды или свинец, главным образом накапливаются по соседству с источниками загрязнения, т.е. вдоль шоссейных дорог, улиц, в тоннелях, на перекрестках и пр. Таким образом, создаются локальные геоэкологические воздействия транспорта на окружающую среду.

Часть загрязнителей транспортируется на большие расстояния от места эмиссии, трансформируется в процессе переноса и вызывает региональные геоэкологические воздействия. Наиболее распространенным процессом этой категории является асидификация.

Двуокись углерода и другие газы, обладающие парниковым эффектом,

распространяются на всю атмосферу, вызывая глобальные геоэкологические воздействия.

Вследствие значительных воздействий транспорта на локальном, региональном и глобальном уровнях необходимо стремиться к осуществлению следующих направлений координированной общемировой стратегии как компоненты устойчивого развития:

- *Потребление горючих ископаемых для транспорта должно сокращаться;*
- *Должны быть установлены основанные на передовой технологии общемировые стандарты выбросов в атмосферу для всех видов транспорта;*
- *Каждой стране следует разработать и осуществлять программу контроля эмиссии всех источников и видов транспорта;*
- *Совершенствовать и развивать надежную и общедоступную систему общественного транспорта;*
- *При планировании развития транспортных систем использовать системный подход, направленный на комплексное решение экологических проблем. Устранять причины, а не следствия геоэкологических проблем на транспорте.*

Общая цель в системном управлении транспортом заключается в нахождении оптимального соотношения между обеспечением потребностей общества и снижением загрязнения окружающей среды. Стратегии управления будут зависеть от локальных ситуаций и потому будут различными для конкретных стран, регионов и городов.

7.5. Сельское хозяйство

Сельское хозяйство – наиболее широко распространенный антропогенный фактор преобразования экосферы, или, иными словами, глобальных изменений. Это важнейшая система жизнеобеспечения общества. Сельское хозяйство обеспечивает 98-99% массы продуктов питания людей на Земле, в том числе 87% белкового питания. Поэтому чем выше численность населения и больше его потребности, тем больше роль сельского хозяйства и тем значительнее его воздействие на экосферу.

Сельскохозяйственные системы, как земледельческие, так и животноводческие, занимают в мире около 50 млн. км^2, или 38% свободной ото льда суши. Из них пашня занимает около 30%, и пастбища – 70%.

Разнообразие типов сельскохозяйственных систем огромно. Оно зависит как от природных условий, так и особенностей применяемых технологий. Поэтому сельскохозяйственные системы называют также агроэкосистемами. В простейших системах земледелия агротехнические операции сводятся, последовательно, к несложной подготовке почвы к посеву, заделыванию зерна во влажную почву, борьбе с сорняками и вредителями, сбору того, что выросло, переработке урожая и сохранению части его в качестве семян для следующего сельскохозяйственного года. С другой стороны, в сложных системах уровень технологии чрезвычайно высок. Например, в польдерах Нидерландов осуществляется управление оптимальным режимом развития растений. Уровень капиллярной каймы грунтовых вод регулируется таким образом, чтобы корни культурных растений постоянно находились в этой зоне, не выше и не ниже, а пита-

тельные вещества в почве были бы доступны растению в необходимом, но не чрезмерном количестве. Соответственно, и урожаи, получаемые в различных агроэкосистемах, разнятся в десятки раз.

Не менее велико разнообразие животноводческих систем, в зависимости от природных и хозяйственных факторов. Наконец, существует большое количество комбинаций типов земледелия и животноводства.

Несмотря на свое разнообразие, сельскохозяйственные системы отличаются одной общей особенностью: все они оказали и продолжают оказывать глубокое воздействие на экосистемы и ландшафты. В процессе развития агроэкосистем преобразуется растительность: от естественного покрова – к пашне или пастбищу. В земледельческих системах естественный, флористически богатый растительный покров, часто многоярусный, замещается на единственную для данного сезона или года культуру. Система коренным образом трансформируется и упрощается.

При введении орошения изменяется и тип водного режима: от обычно непромывного – к промывному.

Как и земледелие, животноводство имеет много разнообразных форм в связи с различиями природных условий и уровней развития общества. В животноводческих агроэкосистемах геоэкологические изменения более постепенны, но не менее глубоки. Не случайно, одна из проблем геоэкологии заключается в определении того, каким было исходное, доантропогенное состояние африканской саванны, поскольку она постепенно трансформировалась под влиянием многотысячелетнего и весьма интенсивного выпаса скота. В засушливых районах мира основная геоэкологическая проблема пастбищного скотоводства – постепенное истощение пастбищ, то есть прогрессирующее антропогенное опустынивание вплоть до уничтожения растительного и почвенного покрова.

В умеренном поясе преобладающее пастбищно-стойловое животноводство также приносит немало геоэкологических проблем, связанных с загрязнением почвы и воды отходами животноводства.

Естественные системы отличаются высокой степенью замкнутости баланса органического вещества и других компонентов. Разность между приходной и расходной частями баланса вещества в природной системе за год не превышает 1%, а обычно меньше. За счет этой малой доли и происходит направленная эволюция естественных систем. В сельскохозяйственных же системах цикл вещества разомкнут: вещество забирается человеком из системы в виде урожая, а семена, органические и минеральные удобрения, а также и пестициды, в нее вносятся. Вынос вещества составляет десятки процентов (обычно 40-80%) от годовой продукции биомассы. При этом, чем продуктивнее агроэкосистема, тем больше отчуждение продукции, и тем система более неустойчива. Антропогенный привнос веществ в агроэкосистему оказывается на один-два порядка больше их естественного поступления. Таким образом, система коренным образом трансформируется.

Изменяются и физические процессы. Водная и ветровая эрозия почв усиливаются на один-три порядка. Почва уплотняется под воздействием сельскохозяйственных машин и орудий. Структура теплового баланса изменяется

вследствие изменения как величины альбедо, так и затрат на эвапотранспирацию. Соответственно изменяется и водный баланс, и режим влаги в почве.

Биологические особенности, такие как биомасса, ее прирост, трофические соотношения, видовой состав, включая микроорганизмов и беспозвоночных и пр., коренным образом меняются.

Вследствие эволюции земледелия и животноводства сокращается сложность структуры ландшафтов, их устойчивость снижается и может поддерживаться только благодаря действиям человека.

Геоэкологические проблемы сельского хозяйства относятся к категории универсальных. Эти проблемы – продукт нескоординированных действий миллионов крестьян.

В мире в процессе развития сельского хозяйства далеко не все решения были успешными. Пахотные площади увеличивались, но во многих случаях вследствие ухудшения состояния агроэкосистем снижалась урожайность культур. Значительная часть земель безвозвратно потеряна для сельского хозяйства в результате водной и ветровой эрозии почв, их засоления и заболачивания, и антропогенного опустынивания. Общая площадь безвозвратно потерянных и сильно деградированных земель находится в пределах 15 млн. км^2 (11% свободной от льда территории мира), то есть сравнима с современной площадью пашни мира. Еще на 6 млн. км^2 (5% территории мира) биологическая продуктивность значительно понижена в результате деятельности человека. Деградация, как природных систем, так и агроэкосистем продолжается.

Сельское хозяйство оказывает существенное влияние на водный режим и водный баланс, как небольших территорий, так и крупных, масштаба континентов или всего мира. Как правило, увеличивается поверхностный сток и, соответственно, снижаются подземный сток и запасы влаги в почве.

Как уже обсуждалось ранее, деградация почв и снижение биологической продуктивности – одна из важнейших, может быть, наиважнейшая геоэкологическая проблема, потому, что снижение биопродуктивности сопровождается неуклонным ростом потребностей населения мира в продуктах питания.

Растущий спрос на продовольствие может быть удовлетворен двумя путями: расширением пахотных площадей и интенсификацией сельского хозяйства. В обоих случаях неизбежно усиление геоэкологических проблем вследствие ухудшения состояния земель и повышения транспорта наносов и химических веществ. Таким образом, истинная стоимость продуктов сельского хозяйства (с включением геоэкологических потерь и затрат в величину стоимости) на перспективу будет возрастать.

Вопросы по Главе 7:

1. Что такое природно-техногенные системы?
2. Что такое урбанизация и каковы последствия от урбанизации?
3. Раскройте основные геоэкологические проблемы энергетики.
4. Раскройте основные геоэкологические проблемы промышленности.
5. Раскройте основные геоэкологические проблемы транспорта.
6. Раскройте основные геоэкологические проблемы сельского хозяйства.

Глава 8
Стратегия выживания человечества

Рост численности населения и опережающий его рост потребностей общества поставили перед человечеством общемировые задачи обеспечения продовольствием необходимой калорийности и состава, водой приемлемого количества и качества, территорией, обеспечивающей многие аспекты деятельности человека, энергией, не вызывающей глобальных геоэкологических кризисов, продуктами индустриальной деятельности, не приводящей к неприемлемому уровню загрязнения экосферы. Эти потребности неуклонно возрастают, переводя экосферу из кризисного, но все же устойчивого состояния к неустойчивому, а при дальнейшем развитии неустойчивости – к глобальной катастрофе.

Все эти и подобные потребности удовлетворяются благодаря надежному функционированию процессов, происходящих в экосфере, таких как глобальные биогеохимические циклы, глобальный гидрологический цикл, глобальный энергетический баланс и его географическое распределение, синтез и деструкция органического вещества, системы циркуляции атмосферы и Мирового океана и др. Значительная часть нужд человечества обеспечивается также благодаря добыче и переработке невозобновимых минеральных ресурсов (нефти, угля, руд, металлов и др.).

В масштабах времени жизни нескольких поколений, экосфера выполняет четыре основные функции:

1) устойчивое поддержание систем жизнеобеспечения;

2) устойчивое поглощение и переработка продуктов жизнедеятельности человеческого общества;

3) устойчивое воспроизводство возобновимых природных ресурсов (преимущественно биологических);

4) обеспечение невозобновимыми (преимущественно минеральными) природными ресурсами.

Последняя из вышеупомянутых функций целиком вызвана деятельностью человека. Она чужда природе, и ее усиление вызывает рост неустойчивости экосферы. Первые три функции органически присущи экосфере и, в определенных пределах, устойчивы. При увеличении антропогенной и/или естественной нагрузки, с ее выходом за допустимые пределы, устойчивость каждой из первых трех функций резко уменьшается. Роль человечества в снижении, а затем и разрушении устойчивости каждой из функций – решающая.

С проблемами ограниченности природных ресурсов (возобновимых и невозобновимых) и загрязнением окружающей среды человечество в принципе может справиться. Что касается восстановления антропогенно нарушенных глобальных систем жизнеобеспечения, то оно во многом находится за пределами возможностей человечества.

По всей видимости, эта ситуация сохранится на ближайшую перспективу, даже если правительства стран мира коренным образом изменят систему приоритетов по отношению к экосфере и ее элементам. Отсюда вытекает реальная возможность переступания через порог устойчивости экосферы с возникнове-

нием опасности для существования всего человечества. Так возникает проблема выживания человечества, и поэтому сохранение устойчивой экосферы – важнейшая проблема XXI века.

При этом результаты исследований глобальных изменений показывают, что предел устойчивости экосферы, зависящий от все возрастающего антропогенного давления на нее – не ресурсный, а геоэкологический. В истории эволюции экосферы локальные и частные экологические кризисы возникали неоднократно. Во второй половине XX века человечество впервые столкнулось с глобальным геоэкологическим кризисом антропогенного происхождения. Глубокие исследования сложных, междисциплинарных процессов глобальных изменений, их взаимодействия с обществом, и разработка стратегий, основанных на этом понимании, может стать важнейшим вкладом геоэкологии в решение проблемы выживания человечества.

Вопрос выживания человечества может рассматриваться как обеспечение устойчивости системы взаимосвязанных глобальных проблем кризисного характера: геоэкологической, водной, демографической, энергетической, продовольственной, минерально-ресурсной. Как мы видели в предшествующих главах, эти проблемы возникают, потому, что пока еще неограниченно растущие потребности общества приходят в противоречие с ограниченными природными ресурсами и «услугами» экосферы.

Невозможно сказать, какая из выше перечисленных кризисных проблем наиболее опасна или наиболее приоритетна. Приоритеты человечества в преодолении кризисов изменяются со временем, но сами проблемы не снимаются. Они становятся комплексными, и проблема выживания все более усложняется.

Усложнение и углубление кризисных проблем в конечном итоге может привести к глобальной катастрофе, проявляющейся не только и не столько в ухудшении общемирового состояния окружающей среды и менее эффективном функционировании геоэкологических «услуг», но и в распаде ранее устойчивых политических, экономических и социальных систем, ухудшении здоровья людей, межнациональных конфликтах, голоде, военных столкновениях и др.

По-видимому, не все кризисные проблемы подойдут к порогу возможной глобальной катастрофы одновременно. Наоборот, они, скорее всего, достигнут своего пика в различное время, но какая из них вызовет катастрофу, сказать заранее невозможно. Чтобы избежать катастрофы, необходимо разработать и осуществлять стратегии разрешения кризисных проблем на переходный период, от текущего состояния, близкого к неустойчивости, к устойчивости.

Проблема деградации систем жизнеобеспечения экосферы (геоэкологический кризис). Она вызвана увеличением антропогенного давления на природные и природно-общественные системы. В результате возникают такие вопросы как ограниченность природных ресурсов, как возобновимых, так и невозобновимых, дефицит пространства, загрязнение окружающей среды и антропогенная деградация систем жизнеобеспечения (снижение естественной биологической продуктивности, нарушение глобальных биогеохимических циклов, трансформация и деградация естественных ландшафтов, изменение естественного климата, деградация озонового слоя, ухудшение состояние почв и пр.).

Основная стратегия на переходный период – сохранение эффективного функционирования систем жизнеобеспечения на основе понимания того, что предотвращение деградации систем существенно проще и экономичнее, чем их восстановление.

Для выполнения этой сложной задачи необходимо сотрудничество всех государств мира. Именно в этой области накоплен наибольший опыт разработки и выполнения международных конвенций по защите или восстановлению глобальных систем жизнеобеспечения. К этой категории относятся упоминаемые выше соглашения ООН, такие как «Конвенция по изменению климата», «Конвенция по защите озонового слоя», «Конвенция по борьбе с опустыниванием», «Конвенция по охране биологического разнообразия» и др. Не все конвенции эффективно осуществляются, но само согласие правительств сотрудничать в этой области уже является важным фактором политической жизни.

Другие глобальные проблемы кризисного характера теснейшим образом связаны с геоэкологической проблемой.

Проблема дефицита водных ресурсов и ухудшения их качества (водная проблема) заключается в том, что во многих районах мира имеющиеся водные ресурсы приемлемого качества не удовлетворяют потребность в них, что вызывает серьезные социальные, экономические и политические трудности. По мере роста населения и его потребностей дефицит водных ресурсов будет усугубляться, и становиться все более серьезным препятствием в обеспечении устойчивости.

Стратегия на переходный период заключается в более тщательной разработке динамического равновесия между водными ресурсами и их потреблением в рамках долгосрочной системы управления устойчивым развитием региона. Кроме того, многие водные объекты относятся к нескольким государствам. Региональное международное сотрудничество, основанное на совместном управлении разделяемыми реками, озерами и морями – важнейший инструмент устойчивости и мира. К этой категории относятся несколько сотен водных объектов, включая такие крупные и важные как Нил, Дунай, Меконг, Парана, Каспий, Арал, Балтика, Великие озера, Черное море и др.

Демографическая проблема заключается в росте численности населения мира и еще большем увеличении его потребностей, так, что объем природных ресурсов и геоэкологических «услуг», приходящихся на душу населения, сокращается. Стратегия на переходный период должна заключаться в постепенном замедлении роста численности населения, а затем, возможно, и в ее сокращении. Одновременно должно снижаться потребление ресурсов и услуг.

Энергетическая проблема заключается в необходимости обеспечения человечества достаточным количеством энергии в настоящее время и на перспективу при условии сохранения благоприятного состояния экосферы с точки зрения климата, биогеохимических циклов и др. Она решается посредством перехода от современной энергетики, основанной преимущественно на сжигании органического топлива, к использованию солнечной энергии в различных ее формах.

Продовольственная проблема это задача обеспечения растущего населе-

ния Земли продуктами питания при сохранении почвы как ресурсной базы сельского хозяйства, а также и соблюдении устойчивого состояния экосферы, то есть при условии решения геоэкологической проблемы. Основное направление стратегии на переходный период – укрепление устойчивости сельского хозяйства при неизбежном росте его интенсивности.

Минерально-ресурсная проблема связана с возрастающей потребностью общества в полезных ископаемых. Скорость образования полезных ископаемых значительно меньше скорости их добычи, и потому неизбежны частичные кризисы, связанные с дефицитом того или иного ископаемого, возрастающей стоимостью их добычи и ухудшением состояния окружающей среды вследствие горнорудной деятельности. Стратегия на переходный период заключается в экономии сырья и сохранении устойчивого состояния экосферы, а в более далекой перспективе – в неизбежном переходе к возобновимым заменителям.

Оценки будущего состояния экосферы выполняются на основе сценариев, отвечающих на вопрос «что будет, если ...?».

Согласно одному из реалистичных сценариев, разработанных в ООН, при условии, что во всех странах мира среднее количество детей в семье снизится до 2,1 чел., пик численности населения мира придется приблизительно на 2050 г., когда она достигнет 9,4 млрд. чел. Если отношение общества к использованию природных ресурсов и «услуг» экосферы не изменится, то к 2050 г. можно ожидать увеличения потребности в продовольствии, по сравнению с настоящим временем, в 2 раза, в энергии – в 2,2 раза, в воде – в 1,9 раза. Рост валового производства в мире должен стать за этот период четырехкратным. При этом географическое распределение природных ресурсов и геоэкологических «услуг» в целом не изменится, но станет еще более контрастным. Дальнейшие антропогенные изменения экосферы при таком сценарии неизбежны.

Вопросы по Главе 8:

1. Перечислите основные стратегии выживания человечества.
2. Дайте характеристику геоэкологического кризиса и определите пути выхода из него.
3. Каковы последствия дефицита водных ресурсов и снижения их качества?
4. В чем заключаются энергетические проблемы человечества?

ЧАСТЬ II
МЕТОДОЛОГИЯ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Глава 9
Экологический мониторинг

Экологический мониторинг рассматривается как совокупность систем комплексных наблюдений за антропогенными и природными источниками воздействия, состоянием окружающей среды, динамикой происходящих в ней изменений, прогнозом развития ситуаций и управления ими. В качестве основных элементов мониторинг включает наблюдения за факторами воздействия и состоянием окружающей среды, прогноз ее будущего состояния и оценка фактического и прогнозируемого состояния природной среды. Ключевой задачей экологического мониторинга является обеспечение систематических наблюдений за экологическими эффектами взаимодействия природы, населения и хозяйства на определенной территории.

Мониторинг окружающей среды (экологический мониторинг), согласно Закону Российской Федерации «Об охране окружающей среды» (2002) – *это комплексная система наблюдений за состоянием окружающей среды, оценки и прогноза изменений состояния окружающей среды под воздействием природных и антропогенных факторов*.

Государственный мониторинг окружающей среды (государственный экологический мониторинг) – мониторинг окружающей среды осуществляемый органами государственной власти РФ и органами государственной власти субъектов РФ. В Российской Федерации осуществляется государственный, производственный, муниципальный и общественный контроль в области охраны окружающей среды. Контроль в области охраны окружающей среды проводится в целях обеспечения органами государственной власти РФ, органами государственной власти субъектов РФ, органами местного самоуправления, юридическими и физическими лицами исполнения законодательства и соблюдения требований, в том числе нормативов и нормативных документов, в области охраны окружающей среды, а также обеспечения экологической безопасности.

В России сформирована Единая государственная система экологического мониторинга (ЕГСЭМ), которая создана с целью:

- информационного обеспечения управления в области охраны окружающей среды;
- рационального использования природных ресурсов;
- обеспечения экологически безопасного устойчивого развития страны и ее регионов;
- ведения государственного фонда данных о состоянии окружающей среды и экосистем, природных ресурсах, источниках антропогенного воздействия.

Основными задачами являются:

– проведение наблюдений за изменением состояния окружающей среды и экосистемами, источниками антропогенных воздействий с определенным про-

странственным и временным разрешением;

– проведение оценок состояния окружающей среды, экосистем территории страны, источников антропогенного воздействия;

– прогноз состояния окружающей среды, экологической обстановки на территории России, уровней антропогенного воздействия при различных условиях размещения производительных сил, социальных и экономических сценариях развития страны и ее регионов.

Организация и функционирование ведомственной наблюдательной сети осуществляется с соблюдением основных принципов деятельности гидрометеорологической службы:

– репрезентативности пунктов наблюдений;

– единства и сопоставимости методов наблюдений, обработки и обобщения результатов наблюдений;

– обеспечения достоверности получаемых результатов и доступности информации для пользователей.

Ведомственные стационарные и подвижные пункты наблюдений осуществляют свою деятельность на основании лицензий, получаемых от Росгидромета, и с соблюдением требований нормативных документов, регламентирующих производство наблюдений. Росгидромет, его территориальные органы и организации оказывают ведомствам (их организациям) необходимую помощь по организационным, техническим и методическим вопросам обеспечения деятельности пунктов наблюдений на основе договоров.

Системы экологического мониторинга России тесно взаимосвязаны с международным мониторингом, который осуществляется в рамках Глобальной системой мониторинга окружающей среды (ГСМОС) и охватывает национальные и региональные (межнациональные) системы мониторинга. Эти системы мониторинга являются научно-методической основой для различных отраслевых и ведомственных систем мониторинга.

9.1. Структурно-логическая схема организации мониторинга

Мониторинг следует обеспечивать на всех иерархических уровнях (рис. 9.1). Каждый уровень мониторинга должен включать три подсистемы:

1) мониторинг инцидентов и аварий, обусловленных отказами объектов различного уровня иерархии;

2) мониторинг инцидентов и аварий, обусловленных ошибочными действиями операторов объектов;

3) мониторинг инцидентов и аварий, обусловленных природными воздействиями.

Рис. 9.1. Иерархическая структура мониторинга.

Локальный (объектный) уровень мониторинга предназначен для оценки и прогнозирования технического состояния и надежности оборудования опасных технических объектов. Производственно-экологический мониторинг (ПЭМ) осуществляется посредством мониторинга состояния этого оборудования и получения значений вероятности (или частоты) возникновения инцидентов и аварий, причинно-следственного комплекса формирования инцидентов и аварий, данных о качественном и количественном составе опасных утечек, неорганизованных выбросов и других экологических, экономических и социальных последствиях.

Производственный уровень мониторинга предназначен для оценки и сравнения технической безопасности (уровня риска) отдельных технических объектов и территориальных производственных подсистем объектов (месторождение, трубопровод и т.п.).

Основные задачи субрегионального уровня:

1) получение, накопление и систематизация данных о состоянии опасных объектов;

2) информационное обеспечение долгосрочного и оперативного прогнозирования технической безопасности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций;

3) обеспечения эффективного информационного сопряжения с другими подсистемами ПЭМ;

4) информационное обеспечение управления технической и экологической безопасностью.

Сеть режимных наблюдений должна соответствовать технологической схеме объектов и обеспечивать контроль технической безопасности.

Система ПЭМ должна включать контроль состояния основных компонентов окружающей среды (природа, социально-хозяйственная сфера) и воздействующих на нее производственных объектов на всех этапах освоения и развития производственно-технического комплекса.

Соответственно система ПЭМ должна накапливать, систематизировать и анализировать информацию:

– о состоянии окружающей среды, об источниках и факторах воздействия;

– о причинах наблюдаемых и прогнозируемых изменениях состояния окружающей среды и технических объектов;

– о допустимости изменений и нагрузок на окружающую среду и ее элементы (компоненты, экосистемы).

9.2. Объекты экологического мониторинга: природная и техногенная среды и сфера взаимодействия

К объектам экологического мониторинга (ОЭМ) относятся источники техногенного воздействия и элементы социально-хозяйственного назначения производственно-технического комплекса (ПТК) и компоненты окружающей среды. В отношении производственной и социально-хозяйственной инфраструктуры ПТК объектами мониторинга источников воздействия на разных уровнях выступают блоки, группы и элементы технических объектов и их техническая безопасность. В качестве факторов воздействия объектами мониторинга являются выбросы, сбросы, изъятия природных ресурсов, геофизические и геохимические нарушения состояния окружающей среды, отходы, воздействие шума, электромагнитного и теплового излучения, радиоволн.

Объектами мониторинга в отношении окружающей среды служат различные компоненты природы, хозяйства и населения. К природным компонентам относятся: атмосферный воздух, поверхностные воды, геологическая среда, в том числе и подземные воды, почвы, растительность, животный мир. Одновременно с мониторингом состояния природных компонентов окружающей среды должен осуществляться мониторинг состояния природных ресурсов, включающий:

- мониторинг водных ресурсов (поверхностных и подземных вод), их оценку;
- мониторинг земельных ресурсов, осуществляемый как землепользователями (лесо-, охото- и недропользователями), так и государственными землеустроительными органами, земельным комитетом района;
- мониторинг минерально-сырьевых ресурсов, осуществляемый в отношении углеводородного сырья (природного газа и конденсата) на различных стадиях освоения месторождения;
- мониторинг биологических ресурсов, включая мониторинг промысловых видов животных, ценных промысловых рыб, ценных и редких растений, лесов.

В качестве элементов окружающей среды как объекты мониторинга должны рассматриваться функциональные зоны, т.е. нормативные защитные зоны природных и техногенных объектов, попадающих в зону воздействия ПТК. В частности, это зеленая зона поселков, водоохранная зона, нерестовая зона, зона санитарной защиты водозаборов, зоны защиты линейных сооружений и т.д.

Выбор объектов мониторинга осуществляется исходя из целей и задач, уровня организации, принятых проектных решений, характеристик источников и факторов воздействия и зон их влияния, географического положения территории, особенностей компонентов окружающей среды и их экологического состояния, политики природопользования и нормативно-правовой базы. При выборе объектов и пунктов мониторинга должна соблюдаться репрезентативность «наблюдения – представительность» выбранной части каких-либо наблюдений данного объекта по отношению ко всей совокупности наблюдений, из которых сделана выборка. Приоритеты в выборе объектов и пунктов наблюдения определя-

ются исходя из величины воздействия и его последствий. При этом учитывается не только степень нарушенности, отклонение от нормы, но и экологическая и социально-хозяйственная оценка значимости того либо иного компонента окружающей среды. Компоненты окружающей среды (природа, население, хозяйство) также рассматриваются в качестве источников воздействия друг на друга и объекты ПТК. Такой подход связывается с представлениями о мере экологической опасности и степени обоснованности риска хозяйственной деятельности.

Значимые воздействия должны выявляться на всех этапах освоения и развития ПТК на основе анализа характеристик источников воздействия, оценки современного и прогнозируемого состояния компонентов окружающей среды и экологической ситуации, величины отклонения их показателей. В качестве приоритетных объектов мониторинга выделяются те компоненты и элементы окружающей среды, на которые существующее или планируемое воздействие ПТК оказывает или может оказать наиболее значимое влияние.

9.3. Формирование сети режимных наблюдений

Создание сети наблюдения и разработка принципов процедуры ведения мониторинга является важным этапом мониторинга, на котором с учетом поставленных задач и имеющегося опыта функционирования систем мониторинга определяются основные структурные подразделения сети наблюдений, в том числе территориальные и локальные, с указанием их назначения.

При разработке сети пунктов наблюдения необходимо предусмотреть меры по соблюдению оптимального соотношения между видами наблюдательных сетей. Наблюдения подразделяются на следующие типы:

- *стационарные* – проводятся на пунктах, действующих длительное время по определенной относительно неизменной программе;
- *территориальные* краткосрочные обследования для выявления пространственных аспектов загрязнения;
- интенсивные *локальные* наблюдения в местах с наибольшей вероятностью и опасностью загрязнения и других негативных последствий воздействия.

При этом необходимо решить вопрос о целесообразности и масштабах использования автоматизированных, дистанционных и других подсистем мониторинга.

Пространственные аспекты мониторинга, включая выбор мест расположения пунктов контроля, определяются в зависимости от важности объекта и его состояния, экологической ситуации, предусмотренной проектом производственной и социально-хозяйственной инфраструктуры, особенностей зонирования территории (зоны влияния источников воздействия, вне влияния источников воздействия – фон). Особое значение для обоснования сети мониторинга придается учету географических условий, конкретных местных и региональных факторов, их взаимному влиянию и взаимодействию.

Привязка пунктов наблюдения к местности осуществляется как в координатной сети топографических карт, так и в системе землеустройства. Для определения требований к получаемой информации по качеству окружающей среды

необходима детализация и взаимоувязка поставленных перед мониторингом задач. Важную роль играет формулирование представления о требуемом качестве окружающей среды и способах его оценки. На основании четко сформулированных задач, а также с учетом ранее накопленных данных о состоянии окружающей среды, определяются требования к информации, включая тип, форму и сроки ее предоставления потребителям, а также пригодность для управления охранной природы и природопользованием.

Особое значение придается выбору основных статистических методов обработки данных, так как от них в значительной мере зависят частота и сроки наблюдения, а также требования к точности получаемых значений.

9.4. Виды и методы наблюдения и контроля

Ведение мониторинг технической безопасности может осуществляться с помощью трехуровневой автоматизированной информационно-аналитической системы (ИАС). На локальном уровне мониторинг осуществляется с помощью информационно-аналитической системы (ИАС), которая находится на опасном объекте (объектах). Ответственность за разработку, развитие и совершенствование ИАС локального уровня несет оператор (администратор, менеджер) объекта. Информация ИАС локального уровня поступает в ИАС производственного уровня на основе, которой осуществляется ведение мониторинга техники безопасности производственного уровня. Информация в ИАС субрегионального уровня поступает из ИАС локального и производственного уровня, а также от существующих государственных и ведомственных систем наблюдения и контроля окружающей среды. Ответственность за контроль ИАС производственного (субрегионального) уровня возлагается на оператора (администрацию) ПТК, а также разработчиков проекта мониторинга на правах авторского надзора.

Контролируются следующие параметры:

• *вероятность, частота и последствия инцидентов и аварий, обусловленных: отказами объектов, ошибочными действиями операторов, природными явлениями;*

• *вероятность, частота и последствия инцидентов и аварий, обусловленных нарушением и (или) несовершенством следующих мероприятий; предупредительных, контрольных, защитных;*

• *вероятность, частота и последствия инцидентов и аварий по причинам: конструктивным, производственным и монтажным, эксплуатационным.*

Техническими средствами мониторинга техники безопасности являются системы контроля, управления, диагностики и прогнозирования состояния, необходимые для того, чтобы при эксплуатации предупреждать возникновение и предотвращать развитие опасных состояний и отказов элементов систем, грозящих нарушением пределов и условий безопасной эксплуатации объекта. Основными средствами наблюдения являются мобильные и встроенные системы диагностирования, а контроля и оценки – автоматизированные системы оценки технического состояния и аварийной защиты.

Периодичность (режим) наблюдения и измерения (непрерывный и периодический режим) определяется в зависимости от режима функционирования наблюдаемых объектов и особенностей контролируемого параметра.

Информационное обеспечение системы мониторинга осуществляется специальным информационно-аналитическим центром (СИАЦ), являющимся составной частью производственного информационно-аналитического центра (ПИАЦ) ПТК.

Основными задачами СИАЦ являются:

1) разработка единого математического и программного обеспечения автоматизированных банков данных по причинам и последствиям инцидентов и аварий и экспертных систем по прогнозированию инцидентов и аварий на различных объектах;

2) сбор, хранение, обработка, анализ, обмен и передача информации;

3) обобщение информации о состоянии объектов ПТК.

Операторы объектов, ведущие мониторинг по Программам, представляют информацию в СИАЦ в соответствие с установленным и согласованным регламентом, которая затем анализируется, обобщается и передается в ПИАЦ. Искажение, сокрытие или несвоевременное представление информации влечет за собой штрафные санкции и другие меры наказания в соответствие с действующей нормативной базой. Анализ информации и поддержка принятия решений осуществляется с помощью Информационно-аналитической системы включающей базы данных и интегрированные экспертные системы.

Вопросы по Главе 9:

1. Что такое экологический мониторинг?
2. Каковы основные задачи экологического мониторинга?
3. Перечислите объекты экологического мониторинга.
4. Расскажите о видах и методах наблюдения и контроля за качеством окружающей среды.

Глава 10
Геоинформационные системы (ГИС)

10.1. Понятие о геоинформационных системах

Географическая информационная система или геоинформационная система (ГИС) – это информационная система, обеспечивающая сбор, хранение, обработку, анализ и отображение пространственных данных и связанных с ними непространственных, а также получение на их основе информации и знаний о географическом пространстве.

Считается, что географические или пространственные данные составляют более половины объема всей циркулирующей информации, используемой организациями, занимающимися разными видами деятельности, в которых необходим учет пространственного размещения объектов. ГИС ориентирована на обеспечение возможности принятия оптимальных управленческих решений на основе анализа пространственных данных.

Ключевыми словами в определении ГИС являются – анализ пространственных данных или пространственный анализ. ГИС может ответить на следующие вопросы: Что находится в заданной области? Где находится область, удовлетворяющая заданному набору условий?

Современные ГИС расширили использование карт за счет хранения графических данных в виде отдельных тематических слоев, а качественных и количественных характеристик составляющих их объектов в виде баз данных. Такая организация данных при наличии гибких механизмов управления ими, обеспечивает принципиально новые аналитические возможности.

В понятийном аппарате учения о геоинформационных системах часто используются термины «данные», «информация», «знания». Конкретизируя эти термины применительно к оперированию ими в информационной системе, можно отметить, что, имея много общего, эти понятия различаются по своей сути.

Под *данными* понимается совокупность фактов, известных об объектах, либо результаты измерения этих объектов. Данные, используемые в ГИС, отличаются высокой степенью формализации. Данные – это как бы строительный элемент в процессе создания информации, поскольку она получается в процессе обработки данных. Применительно к ГИС под *информацией* понимается совокупность сведений, определяющих меру наших знаний об объекте. В таком контексте *знания* можно рассматривать как результат интерпретации информации. Наиболее общее определение: знание – результат познания действительности, получивший подтверждение в практике. Научное знание отличается своей систематичностью, обоснованностью и высокой степенью структуризации.

Информационные системы можно рассматривать как эффективный инструмент получения знаний.

Различия между терминами «данные», «информация» и «знания» прослеживаются в истории развития технических систем, так вначале появились банки данных, позднее информационные системы, затем появились системы, осно-

ванные на знаниях – интеллектуальные системы (экспертные системы).

В настоящее время на рынке программных продуктов представлено несколько видов систем, работающих с пространственно распределенной информацией, к ним в частности, относятся системы автоматизированного проектирования, автоматизированного картографирования и ГИС. ГИС по сравнению с другими автоматизированными системами обладают развитыми средствами анализа пространственных данных.

10.2. Обобщенные функции ГИС-систем и их классификация

Большинство современных ГИС осуществляют комплексную обработку информации. Обобщенными функциями ГИС-систем являются:

- *Ввод и редактирование данных;*
- *Поддержка моделей пространственных данных;*
- *Хранение информации;*
- *Преобразование систем координат и трансформация картографических проекций;*
- *Растрово-векторные операции;*
- *Измерительные операции;*
- *Полигональные операции;*
- *Операции пространственного анализа;*
- *Различные виды пространственного моделирования;*
- *Цифровое моделирование рельефа и анализ поверхностей;*
- *Вывод результатов в разных формах.*

ГИС системы разрабатываются с целью решения научных и прикладных задач по мониторингу экологических ситуаций, рациональному использованию природных ресурсов, а также для инфраструктурного проектирования, городского и регионального планирования, для принятия оперативных мер в условиях чрезвычайных ситуаций др.

Множество задач, возникающих в жизни, привело к созданию различных ГИС, которые могут классифицироваться по следующим признакам:

По функциональным возможностям:

- *полнофункциональные ГИС общего назначения;*
- *специализированные ГИС ориентированы на решение конкретной задачи, в какой либо предметной области;*
- *информационно-справочные системы для домашнего и информационно-справочного пользования.*

Функциональные возможности ГИС определяются также архитектурным принципом их построения:

– *закрытые системы* – не имеют возможностей расширения, они способны выполнять только тот набор функций, который однозначно определен на момент покупки.

– *открытые системы* отличаются легкостью приспособления, возможностями расширения, так как могут быть достроены самим пользователем при помощи специального аппарата (встроенных языков программирования).

По пространственному (территориальному) охвату:

– *глобальные* (планетарные);

– *общенациональные*;

– *региональные*;

– *локальные* (в том числе муниципальные).

По проблемно-тематической ориентации:

– *общегеографические;*

– *экологические и природопользовательские;*

– *отраслевые* (водных ресурсов, лесопользования, геологические, туризма и т.д.);

По способу организации географических данных:

– *векторные;*

– *растровые;*

– *векторно-растровые ГИС*.

10.3. Источники данных, их типы и аппаратные (технические) средства ГИС

В качестве источников данных для формирования ГИС служат:

– *картографические материалы* (топографические и общегеографические карты, карты административно-территориального деления, кадастровые планы и др.). Сведения, получаемые с карт, имеют территориальную привязку, поэтому их удобно использовать в качестве базового слоя ГИС. Если нет цифровых карт на исследуемую территорию, тогда графические оригиналы карт преобразуются в цифровой вид;

– *данные дистанционного зондирования* (ДДЗ) все шире используются для формирования баз данных ГИС. К ДДЗ, прежде всего, относят материалы, получаемые с космических носителей. Для дистанционного зондирования применяют разнообразные технологии получения изображений и передачи их на Землю, носители съемочной аппаратуры (космические аппараты и спутники) размещают на разных орбитах, оснащают разной аппаратурой. Благодаря этому получают снимки, отличающиеся разным уровнем обзорности и детальности отображения объектов природной среды в разных диапазонах спектра (видимый и ближний инфракрасный, тепловой инфракрасный и радиодиапазон). Все это обуславливает широкий спектр экологических задач, решаемых с применением ДДЗ.

К методам дистанционного зондирования относятся и аэро- и наземные съемки, и другие неконтактные методы, например гидроакустические съемки рельефа морского дна. Материалы таких съемок обеспечивают получение как количественной, так и качественной информации о различных объектах природной среды.

– *Результаты полевых обследований территорий,* включают геодезические измерения природных объектов, выполняемые нивелирами, теодолитами, электронными тахеометрами, GPS приемниками, а также результаты обследования территорий с применением геоботанических и других методов, например,

исследования по перемещению животных, анализ почв и др.;

– *Статистические данные* содержат данные государственных статистических служб по самым разным отраслям народного хозяйства, а также данные стационарных измерительных постов наблюдений (гидрологические и метеорологические данные, сведения о загрязнении окружающей среды и др.);

– *Литературные данные* (справочные издания, книги, монографии и статьи, содержащие разнообразные сведения по отдельным типам географических объектов).

В ГИС редко используется только один вид данных, чаще всего это сочетание разнообразных данных на какую-либо территорию.

К основным компонентам ГИС относят: *технические* (аппаратные) и *программные* средства, информационное обеспечение.

Требования к компонентам ГИС определяются, в первую очередь, пользователем, перед которым стоит конкретная задача (учет природных ресурсов, либо управление инфраструктурой города), которая должна быть решена для определенной территории, отличающейся природными условиями и степенью ее освоения.

Технические средства – это комплекс аппаратных средств, применяемых при функционировании ГИС: рабочая станция или персональный компьютер (ПК), устройства ввода-вывода информации, устройства обработки и хранения данных, средства телекоммуникации.

Рабочая станция или ПК являются ядром любой информационной системы и предназначены для управления работой ГИС и выполнения процессов обработки данных, основанных на вычислительных или логических операциях. Современные ГИС способны оперативно обрабатывать огромные массивы информации и визуализировать результаты.

Ввод данных реализуется с помощью разных технических средств и методов: непосредственно с клавиатуры, с помощью дигитайзера или сканера, через внешние компьютерные системы. Пространственные данные могут быть получены с электронных геодезических приборов, с помощью дигитайзера или сканера, либо с использованием фотограмметрических приборов

Устройства для обработки и хранения данных сконцентрированы в системном блоке, включающем в себя центральный процессор, оперативную память, внешние запоминающие устройства и пользовательский интерфейс.

Внешние запоминающие устройства подключаются к компьютеру, в качестве таких устройств используются магнитные жесткие диски. Для архивации данных служат оптические и магнитные диски DVD-ROM и устройства с флеш-памятью.

Устройства вывода данных должны обеспечивать наглядное представление результатов, прежде всего на мониторе, а также в виде графических оригиналов, получаемых на принтере или плоттере (графопостроителе), кроме того, обязательна реализация экспорта данных во внешние системы.

Программные средства – совокупность программных средств, реализующих функциональные возможностей ГИС, и программных документов, необходимых при их эксплуатации.

Структурно программное обеспечение ГИС включает базовые и прикладные программные средства.

Базовые программные средства включают: операционные системы (ОС), программные среды, сетевое программное обеспечение и системы управления базами данных. Операционные системы предназначены для управления ресурсами компьютеров либо компьютерных систем и процессами, использующими эти ресурсы. В настоящее время основные ОС: Windows и Unix.

Любая ГИС работает с данными двух типов данных – пространственными и атрибутивными, следовательно, программное обеспечение должно включить систему управления базами тех и других данных (СУБД), а также модули управления средствами ввода и вывода данных, систему визуализации данных и модули для выполнения пространственного анализа.

Прикладные программные средства предназначены для решения для специализированных задач в конкретной предметной области и реализуются в виде отдельных модулей (приложений) и утилит (вспомогательных средств).

Информационное обеспечение – совокупность массивов информации, систем кодирования и классификации информации. Информационное обеспечение составляют реализованные решения по видам, объемам, размещению и формам организации информации, включая поиск и оценку источников данных, набор методов ввода данных, проектирование баз данных, их ведение и метасопровождение. Особенность хранения пространственных данных в ГИС – их разделение на слои. Многослойная организация электронной карты, при наличии гибкого механизма управления слоями, позволяет объединить и отобразить гораздо большее количество информации, чем на обычной карте. Данные о пространственном положении (географические данные) и связанные с ними табличные могут подготавливаться самим пользователем либо приобретаться. Для такого обмена данными важна инфраструктура пространственных данных.

Инфраструктура пространственных данных определяется нормативно-правовыми документами, механизмами организации и интеграции пространственных данных, а также их доступность разным пользователям. Инфраструктура пространственных данных включает три необходимых компонента: базовую пространственную информацию, стандартизацию пространственных данных, базы метаданных и механизм обмена данными.

10.4. Отображение объектов реального мира в ГИС

Объекты реального мира, рассматриваемые в геоинформатике, отличаются *пространственными, временными и тематическими характеристиками*.

Пространственные характеристики определяют положение объекта в заранее определенной системе координат, основное требование к таким данным – точность.

Временные характеристики фиксируют время исследования объекта и важны для оценки изменений свойств объекта с течением времени. Основное требование к таким данным – актуальность, что означает возможность их использования для обработки, неактуальные данные – это устаревшие данные.

Тематические характеристики описывают разные свойства объекта, включая экономические, статистические, технические и другие свойства, основное требование – полнота.

Для представления пространственных объектов в ГИС используют *пространственные и атрибутивные типы данных.*

Пространственные данные – сведения, которые характеризуют местоположение объектов в пространстве относительно друг друга и их геометрию. Пространственные объекты представляют с помощью следующих графических объектов: точки, линии, области и поверхности. Описание объектов осуществляется путем указания координат объектов и составляющих их частей.

Точечные объекты – это такие объекты, каждый из которых расположен только в одной точке пространства, представленной парой координат X, Y. В зависимости от масштаба картографирования, в качестве таких объектов могут рассматриваться дерево, дом или город.

Линейные объекты, представлены как одномерные, имеющие одну размерность – длину, ширина объекта не выражается в данном масштабе или не существенна. Примеры таких объектов: реки, границы муниципальных округов, горизонтали рельефа.

Области (полигоны) – площадные объекты, представляются набором пар координат (X, У) или набором объектов типа линия, представляющих собой замкнутый контур. Такими объектами могут быть представлены территории, занимаемые определенным ландшафтом, городом или целым континентом.

Поверхность – при ее описании требуется добавление к площадным объектам значений высоты. Восстановление поверхностей осуществляется с помощью использования математических алгоритмов (интерполяции и аппроксимации) по исходному набору координат X, Y, Z.

Дополнительные непространственные данные об объектах образуют набор атрибутов.

Атрибутивные данные – это качественные или количественные характеристики пространственных объектов, выражающиеся, как правило, в алфавитно-цифровом виде. Примеры таких данных: географическое название, видовой состав растительности, характеристики почв и т.п.

Природа пространственных и атрибутивных данных различна, соответственно различны и методы манипулирования (хранения, ввода, редактирования, поиска и анализа) для двух этих составляющих геоинформационной системы. Одна из основных идей, воплощенных в традиционных ГИС – это сохранение связи между пространственными и атрибутивными данными, при раздельном их хранении и, частично, раздельной обработке.

Общее цифровое описание пространственного объекта включает: наименование; указание местоположения; набор свойств; отношения с другими объектами. Наименованием объекта служит его географическое название (если оно есть), его условный код или идентификатор, присваиваемый пользователем или системой.

Однотипные объекты по пространственному и тематическому признакам объединяются в слои цифровой карты, которые рассматриваются как отдельные

информационные единицы, при этом существует возможность совмещения всей имеющейся информации.

Структуры данных. Для представления пространственных данных в ГИС применяют *векторные* и *растровые структуры данных.*

Векторная структура – это представление пространственных объектов в виде набора координатных пар (векторов), описывающих геометрию объектов.

Растровая структура данных предполагает представления данных в виде двухмерной сетки, каждая ячейка которой содержит только одно значение, характеризующее объект, соответствующий ячейке растра на местности или на изображении. В качестве такой характеристики может быть код объекта (лес, луг и т.д.) высота или оптическая плотность.

Точность растровых данных ограничивается размером ячейки. Такие структуры являются удобным средством анализа и визуализации разного рода информации.

Для реализации растровых и векторных структур разработаны различные модели данных.

Модели пространственных данных – логические правила для формализованного цифрового описания пространственных объектов.

Векторные модели данных. Существует несколько способов объединения векторных структур данных в векторную модель данных, позволяющую исследовать взаимосвязи между объектами одного слоя или между объектами разных слоев. Простейшей векторной моделью данных является *«спагетти»- модель*. В этом случае переводится «один в один» графическое изображение карты.

В этой модели не содержится описания отношений между объектами, каждый геометрический объект хранится отдельно и не связан с другими, например общая граница объектов 25 и 26 записывается дважды, хотя с помощью одинакового набора координат. Все отношения между объектами должны вычисляться независимо, что затрудняет анализ данных и увеличивает объем хранимой информации.

Векторные *топологические модели* содержат сведения о соседстве, близости объектов и другие, характеристики взаимного расположения векторных объектов.

Топологическая информация описывается набором узлов и дуг. Узел – это пересечение двух или более дуг, и его номер используется для ссылки на любую дугу, которой он принадлежит. Каждая дуга начинается и заканчивается либо в точке пересечения с другой дугой, либо в узле, не принадлежащем другим дугам. Дуги образуются последовательностью отрезков, соединённых промежуточными точками. В этом случае каждая линия имеет два набора чисел: пары координат промежуточных точек и номера узлов. Кроме того, каждая дуга имеет свой идентификационный номер, который используется для указания того, какие узлы представляют её начало и конец.

Разработаны и другие модификации векторных моделей, в частности, существуют специальные векторные модели для представления моделей поверхностей, которые будут рассмотрены далее.

Растровые модели используются в двух случаях. В первом случае – для

хранения исходных изображений местности. Во втором случае, для хранения тематических слоев, когда пользователей интересуют не отдельные пространственные объекты, а набор точек пространства, имеющих различные характеристики (высотные отметки или глубины, влажность почв и т.д.), для оперативного анализа или визуализации.

Существует несколько способов хранения и адресации значений отдельных ячеек растра, и их атрибутов, названий слоев и легенд. При использовании растровых моделей актуальным является вопрос сжатия растровых данных, для которого разработаны методы группового кодирования, блочного кодирования, цепочного кодирования и представления в виде квадродерева.

Форматы данных определяют способ хранения информации на жестком диске, а также механизм ее обработки. Модели данных и форматы данных определенным способом взаимосвязаны.

Существует большое количество форматов данных. Можно отметить, что во многих ГИС поддерживаются основные форматы хранения растровых данных (TIFF, JPEG, GIF, BMP, WMF, PCX), а также GeoSpot, GeoTIFF, позволяющие передавать информацию о привязке растрового изображения к реальным географическим координатам, и MrSID – для сжатия информации.

Все системы поддерживают обмен пространственной информацией (экспорт и импорт) со многими ГИС и САПР через основные обменные форматы: SHP, E00, GEN (ESRI), VEC (IDRISI), MIF (MapInfo Corp.), DWG, DXF (Autodesk), WMF (Microsoft), DGN (Bentley). Только некоторые, в основном отечественные системы, поддерживают российские обменные форматы – F1M (Роскартография), SXF (Военно-топографическая служба).

Довольно часто для эффективной реализации одних компьютерных операций предпочитают векторный формат, а для других растровый. Поэтому, в некоторых системах реализуются возможности манипулирования данными в том и в другом формате, и функции преобразования векторного в растровый, и наоборот, растрового в векторный форматы.

10.5. Базы данных и управление ими

Совокупность цифровых данных о пространственных объектах образует множество пространственных данных и составляет содержание баз данных.

База данных (БД) – совокупность данных организованных по определенным правилам, устанавливающим общие принципы описания, хранения и манипулирования данными.

Создание БД и обращение к ней (по запросам) осуществляется с помощью системы управления базами данных (СУБД).

Логическая структура элементов базы данных определяется выбранной моделью БД. Наиболее распространенными моделями БД являются *иерархические, сетевые и реляционные и объектно-ориентированные.*

Иерархические модели представляют древовидную структуру, в этом случае каждая запись связана только с одной записью, находящейся на более высоком уровне.

Такая система хорошо иллюстрируется системой классификации растений и животных. Примером может также служить структура хранения информации на дисках ПК. Главное понятие такой модели уровень. Количество уровней и их состав зависит от принятой при создании БД классификации. Доступ к любой из этих записей осуществляется путем прохода по строго определенной цепочке узлов. При такой структуре легко осуществлять поиск нужных данных, но если изначально описание неполное, или не предусмотрен какой либо критерий поиска, то он становится невозможным. Для достаточно простых задач такая система эффективна, но она практически непригодна для использования в сложных системах с оперативной обработкой запросов.

Сетевые модели были призваны устранить некоторые из недостатков иерархических моделей. В сетевой модели каждая запись в каждом узле сети может быть связана с несколькими другими узлами. Записи, входящие в состав сетевой структуры, содержат в себе указатели, определяющие местоположение других записей, связанных с ними. Такая модель позволяет ускорить доступ к данным, но изменение структуры базы требует значительных усилий и времени.

Реляционные модели собирают данные в унифицированные *таблицы*. Таблице присваивается уникальное имя внутри БД. Каждый столбец – это поле, имеющее имя, соответствующее содержащемуся в нем атрибуту. Каждая строка в таблице соответствует записи в файле. Одно и то же поле может присутствовать в нескольких таблицах. Так как строки в таблице не упорядочены, то определяется один или несколько столбцов, значения которых однозначно идентифицируют каждую строку. Такой столбец называется первичным ключом. Взаимосвязь таблиц поддерживается внешними ключами. Манипулирование данными осуществляется при помощи операций, порождающих таблицы. Пользователь может легко заносить в базу новые данные, комбинировать таблицы, выбирая отдельные поля и записи, и формировать новые таблицы для отображения на экране.

Объектно-ориентированные модели применяют, если геометрия определенного объекта способна охватывать несколько слоев, атрибуты таких объектов могут наследоваться, для их обработки применяют специфические методы.

Для обработки данных, размещенных в таблицах необходимы дополнительные сведения о данных, их называют метаданными.

Метаданные – данные о данных: каталоги, справочники, реестры и иные формы описания наборов цифровых данных.

В соответствии с используемыми техническими средствами различают два способа ввода данных: дигитализацию и векторизацию. Для ручного ввода пространственных данных применяется *дигитайзер.* Он состоит из планшета (столика) с электронной сеткой, к которому присоединено устройство называемое курсором. Курсор представляет собой подобие графического манипулятора – мыши, имеет визир, нанесенный на прозрачную пластинку, с помощью которого оператор выполняет точное наведение на отдельные элементы карты. На курсоре помещены кнопки, которые позволяют фиксировать начало и конец линии или границы области, число кнопок зависит от уровня сложности диги-

тайзера. Дигитайзеры бывают разных форматов и обеспечивают разрешение 0,03 мм с общей точностью 0,08 мм на расстоянии 1,5 м. Существуют автоматизированные дигитайзеры, обеспечивающие автоматическое отслеживание линий.

Наибольшее распространение для ввода данных получили *сканеры*. Они позволяют вводить растровое изображение карты в компьютер. Существуют различные типы сканеров, которые различаются: по способу подачи исходного материала (планшетные и протяжные (барабанного типа); по способу считывания информации (работающие на просвет или на отражение); по радиометрическому разрешению или глубине цвета; по оптическому (или геометрическому) разрешению. Последняя характеристика определяется минимальным размером элемента изображения, который различается сканером.

Процесс оцифровывания растрового изображения на экране компьютера называют *векторизацией.* Существует три способа векторизации: *ручной, интерактивный и автоматический*. При ручной векторизации оператор обводит мышью на изображении каждый объект, при интерактивной – часть операций производится автоматически. Так, например, при векторизации горизонталей достаточно задать начальную точку и направление отслеживания линий, далее векторизатор сам отследит эту линию до тех пор, пока на его пути не встретятся неопределенные ситуации, типа разрыва линии. Возможности интерактивной векторизации прямо связаны с качеством исходного материала и сложностью карты. Автоматическая векторизация предполагает непосредственный перевод из растрового формата в векторный с помощью специальных программ, с последующим редактированием. Оно необходимо, поскольку даже самая изощренная программа может неверно распознать объект, принять например, символ за группу точек, и т.п.

Преобразование исходных данных. Отсканированные исходные карты создавались в определенной картографической проекции и системе координат. При оцифровке эта сложная проекция сводиться в набор пространственных координат. Поэтому необходимо преобразовать карту к ее исходной проекции. Для этого в ГИС вводятся сведения об используемой проекции (обычно ГИС позволяет работать с большим числом проекций) и осуществляется ряд преобразований. Три основных из них, которые часто выполняются одновременно, это перенос, поворот и масштабирование.

Перенос – это просто перемещение всего графического объекта в другое место на координатной плоскости. Он выполняется добавлением определенных величин к координатам X и У объекта.

Масштабирование тоже очень полезно, так как часто сканируются карты разных масштабов.

Поворот выполняется с использованием тригонометрических функций.

Все необходимые преобразования могут быть выполнены и использованием этих трех основных графических операций по координатам опорных точек.

Ввод данных дистанционного зондирования. В ГИС используют не первичные материалы ДЗ, получаемые во время съемки, а производные, формируемые в результате их обработки. Данные со спутников подвергаются предва-

рительной цифровой обработке для устранения радиометрических и геометрических искажений, влияния атмосферы и т.д. Для улучшения визуального качества исходных изображений могут применяться процедуры для изменения яркости и контрастности, фильтрации для устранения шумов или подчеркивания контуров и мелких деталей. При использовании аэрофотоснимков следует обращать внимание на искажения, вызываемые углами наклонов снимков и рельефом местности, которые могут быть устранены в процессе трасформирования или ортофототрансформирования.

10.6. Задачи пространственного анализа

К средствам пространственного анализа относятся различные процедуры манипулирования пространственными и атрибутивными данными, выполняемые при обработке запросов пользователя. К ним относятся, например, операции наложения графических объектов, средства анализа сетевых структур или выделения объектов по заданным признакам.

Для каждого ГИС-пакета характерен свой набор средств пространственного анализа, обеспечивающий решение специфических задач пользователя, в тоже время можно выделить ряд основных функций, свойственных практически каждому ГИС-пакету. Это, прежде всего, организация выбора и объединения объектов в соответствии с заданными условиями, реализация операций вычислительной геометрии, анализ наложений, построение буферных зон, сетевой анализ.

Основные функции пространственного анализа данных. *Выбор объектов по запросу:* самой простой формой запроса является получение характеристик объекта указанного курсором на экране и обратная операция, когда изображаются объекты с заданными атрибутами. Более сложные запросы позволяют выбирать объекты по нескольким признакам, например по признаку удаленности одних объектов от других, совпадающие объекты, но расположенные в разных слоях и т. д.

Для выбора данных в соответствии с определенными условиями используются SQL-запросы. Для выполнения запросов разной сложности реализованы возможности использования при составлении запросов математических и статистических функций, а также географических операторов, позволяющих выбирать объекты на основании их взаимного расположения в пространстве (например, находится ли анализируемый объект внутри другого объекта или пересекается с ним).

Обобщение данных может проводиться по равенству значений определенного атрибута, в частности для зонирования территории. Еще один способ группировки – объединение объектов одного тематического слоя в соответствии с их размещением внутри полигональных объектов других тематических слоев.

Геометрические функции: к ним относят расчеты геометрических характеристик объектов или их взаимного положения в пространстве, при этом используются формулы аналитической геометрии на плоскости и в пространстве. Так

для площадных объектов вычисляются занимаемые ими площади или периметры границ, для линейных – длины, а также расстояния между объектами и т.д.

Оверлейные операции (топологическое наложение слоев) являются одними из самых распространенных и эффективных средств. В результате наложения двух тематических слоев образуется другой дополнительный слой в виде графической композиции исходных слоев. Учитывая, что анализируемые объекты могут относиться к разным типам (точка, линия, полигон), возможны разные формы анализа: точка на точку, точка на полигон и т.д. Наиболее часто анализируется совмещение полигонов.

Построение буферных зон. Одним из средств анализа близости объектов является построение буферных зон. Буферные зоны – это районы (полигоны), граница которых отстоит на заданном расстоянии от границы исходного объекта. Границы таких зон вычисляются на основе анализа соответствующих атрибутивных характеристик. При этом ширина буферной зоны может быть как постоянной, так и переменной. Например, буферная зона вокруг источника электромагнитного излучения, будет иметь форму круга, а зона загрязнения от дымовой трубы завода с учетом розы ветров будет иметь форму близкую к эллипсу.

Сетевой анализ позволяет пользователю проанализировать пространственные сети связных линейных объектов (дороги, линии электропередач и т. д.). Обычно сетевой анализ служит для задач определения ближайшего, наиболее выгодного пути, определения уровня нагрузки на сеть, определение адреса объекта или маршрута по заданному адресу и другие задачи

Анализ пространственного распределения объектов. Фактически во многих случаях необходимо знать не только объем пространства, занимаемый объектами, но и расположение объектов в пространстве, которое может характеризоваться количеством объектов в определенной области, например, распределение численности населения. Наиболее распространены методы анализа *распределения точечных объектов*. Мерой точечного распределения служит плотность. Она определяется как результат деления числа точек на значение площади территории, на которой они расположены. Кроме плотности распределения можно оценить форму распределения. Точечные распределения встречаются в одном из четырёх возможных вариантов: равномерном (если число точек в каждой малой подобласти такое же, как и в любой другой подобласти), регулярном (если точки, разделённые одинаковыми интервалами по всей области, расположены в узлах сетки), случайном, кластерном (если точки собраны в тесные группы).

Точечные распределения могут описываться не только количеством точек в пределах подобластей. Часто анализируются локальные отношения внутри пар точек. Вычисление этого статистического показателя включает определение среднего расстояния до ближайшей соседней точки среди всех возможных пар ближайших точек. Данный метод позволяет оценить меру разреженности точек в распределении.

Распределение линий также оценивается по плотности. Обычно вычисления выполняются для сравнения разных географических областей, например по

густоте гидрографической сети. Линии могут также оцениваться по близости и возможным пересечениям. Другими важными характеристиками являются ориентация, направленность и связанность.

Анализ *распределения полигонов* подобен анализу распределения точек, однако при оценке плотности определяют не количество полигонов на единицу площади, а относительную долю площади, занимаемой полигоном

Поверхность и цифровая модель. Основой для представления данных о земной поверхности являются цифровые модели рельефа.

Поверхности – это объекты, которые чаще всего представляются значениями высоты Z, распределенными по области, определенной координатами X и Y.

Цифровые модели рельефа (ЦМР) используют для компьютерного представления земных поверхностей. ЦМР – средство цифрового представления рельефа земной поверхности.

Построение ЦМР требует определённой формы представления исходных данных (набора координат точек X,Y,Z) и способа их структурного описания, позволяющего восстанавливать поверхность путем интерполяции или аппроксимации исходных данных.

Исходные данные для формирования ЦМР могут быть получены по картам – цифрованием горизонталей, по стереопарам снимков, а также в результате геодезических измерений или лазерного сканирования местности. Наиболее распространен первый способ, т.к. сбор по стереопарам снимков отличается трудоемкостью и требует специфического программного обеспечения, но в то же время позволяет обеспечить желаемую степень детальности представления земной поверхности.

Построение ЦМР требует определенной *структуры данных*, а исходные точки могут быть по разному распределены в пространстве. Сбор данных может осуществляться по точкам регулярной сетки, по структурным линиям рельефа или хаотично. Первичные данные с помощью тех или иных операций приводят к одному из наиболее распространенных в ГИС структур для представления поверхностей: GRID, TIN или TGRID.

TIN (Triangulated Irregular Network) – нерегулярная триангуляционная сеть, система неперекрывающихся треугольников. Вершинами треугольников являются исходные опорные точки. Рельеф в этом случае представляется многогранной поверхностью, каждая грань которой описывается либо линейной функцией (полиэдральная модель), либо полиноминальной поверхностью, коэффициенты которой определяются по значениям в вершинах граней треугольников. Для получения модели поверхности нужно соединить пары точек ребрами определенным способом, называемым триангуляцией Делоне.

Триангуляция Делоне в приложении к двумерному пространству формулируется следующим образом: система взаимосвязанных неперекрывающихся треугольников имеет наименьший периметр, если ни одна из вершин не попадает внутрь ни одной из окружностей, описанных вокруг образованных треугольников.

Образовавшиеся треугольники при такой триангуляции максимально приближаются к равносторонним, а каждая из сторон образовавшихся треугольни-

ков из противолежащей вершины видна под максимальным углом из всех возможных точек соответствующей полуплоскости. Интерполяция выполняется по образованным ребрам.

Отличительной особенностью и преимуществом триангуляционной модели является то, что в ней нет преобразований исходных данных. С одной стороны, это не дает использовать такие модели для детального анализа, но с другой стороны, исследователь всегда знает, что в этой модели нет привнесенных ошибок, которыми грешат модели, полученные при использовании других методов интерполяции. Немаловажен и тот факт, что это самый быстрый метод интерполяции. Однако, если в ранних версиях большинства ГИС триангуляционный методы был основной, то сегодня большое распространение получили модели в виде регулярной матрицы значений высот.

GRID – модель, представляет собой регулярную матрицу значений высот, полученную при интерполяции исходных данных. Для каждой ячейки матрицы высота вычисляется на основе интерполяции. Фактически это сетка, размеры которой задаются в соответствии с требованиями точности конкретной решаемой задачи. Регулярная сетка соответствует земной поверхности, а не изображению.

При использовании GRID-модели существует некоторая сложность в выборе интервала между точками. Например, участки поверхности могут быть как сильно пересеченными, так и выположенными. В первом случае необходимо большее количество точек на единицу площади.

TGRID (triangulated grid) – модель, сочетающая в себе элементы моделей TIN и GRID. Такие модели имеют свои преимущества, например, позволяют использовать дополнительные данные для описания сложных форм рельефа (обрывы, скальные выступы).

Восстановление поверхностей реализуется на основе интерполяции исходных данных.

Интерполяция – восстановление функции на заданном интервале по известным ее значениям конечного множества точек, принадлежащих этому интервалу.

В настоящее время известны десятки методов интерполяции поверхностей, наиболее распространенные: линейная интерполяция; метод обратных взвешенных расстояний, кригинг; сплайн-интерполяция; тренд-интерполяция.

Кригинг. Метод интерполяции, который основан на использовании методов математической статистики. В его реализации применяется идея регионализированной переменной, т.е. переменной, которая изменяется от места к месту с некоторой видимой непрерывностью, поэтому не может моделироваться только одним математическим уравнением. Поверхность рассматривается в виде трех независимых величин. Первая – тренд, характеризует изменение поверхности в определенном направлении. Далее предполагается, что имеются небольшие отклонения от общей тенденции, вроде маленьких пиков и впадин, которые являются случайными, но все же, связанными друг с другом пространственно.

Наконец, имеется *случайный шум* (например, валуны). С каждой из трех переменных надо оперировать в отдельности. Тренд оценивается с использова-

нием математического уравнения, которое наиболее близко представляет общее изменение поверхности, во многом подобно поверхности тренда.

Ожидаемое изменение высоты измеряется по вариограмме, на которой по горизонтальной оси откладывается расстояние между отсчетами, а на вертикальной – полудисперсия. Полудисперсия определяется как половина дисперсии между значениями высоты исходных точек и высот соседних точек. Затем через точки данных проводится кривая наилучшего приближения. Дисперсия в какой-то момент достигает максимума и остается постоянной (выявляется предельный радиус корреляции).

Интерполяция методом кригинга в большинстве случаев дает хорошие результаты, даже когда плотность исходных точек не велика. Однако, при некотором расположении точек возможно появление резких пиков и впадин.

Метод обратных взвешенных расстояний. Этот метод основан на предположении, что чем ближе друг к другу находятся исходные точки, тем ближе их значения. Для точного описания топографии набор точек, по которым будет осуществляться интерполяция, необходимо выбирать в некоторой окрестности определяемой точки, так как они оказывают наибольшее влияние на ее высоту. Это достигается следующим образом. Вводится максимальный радиус поиска или количество точек, ближайших по расстоянию от начальной (определяемой) точки. Затем значению высоты в каждой выбранной точке задается вес, вычисляемый в зависимости от квадрата расстояния до определяемой точки. Этим достигается, чтобы более близкие точки вносили больший вклад в определение интерполируемой высоты по сравнению с более удаленными точками.

Тренд интерполяция. В некоторых случаях исследователя интересуют общие тенденции поверхности, которые характеризуются поверхностью тренда.

Аналогично методу обратных взвешенных расстояний для поверхности тренда используется набор точек в пределах заданной окрестности. В пределах каждой окрестности строится поверхность наилучшего приближения на основе математических уравнений, таких как полиномы или сплайны.

Поверхности тренда могут быть плоскими, показывая общую тенденцию или более сложными. Тип используемого уравнения или степень полинома определяет величину волнистости поверхности. Например, поверхность тренда первого порядка будет выглядеть как плоскость, пересекающая под некоторым углом всю поверхность. Если поверхность имеет один изгиб, то такую поверхность называют поверхностью тренда второго порядка.

Сплайн интерполяция. Возможность описания сложных поверхностей с помощью полиномов невысоких степеней определяется тем, что при сплайн интерполяции вся территория разбивается на небольшие непересекающиеся участки. Аппроксимация полиномами осуществляется раздельно для каждого участка. Обычно используют полином третьей степени – кубический сплайн. Затем строится общая функция «склейки» на всю область, с заданием условия непрерывности на границах участков и непрерывности первых и вторых частных производных, т.е. обеспечивается гладкость склеивания полиномов.

Сглаживание сплайн-функциями особенно удобно при моделировании поверхностей, осложненных разрывными нарушениями, и позволяет избежать ис-

кажения типа «краевых эффектов».

Основными процессами построения ЦМР по картам являются:

1) *Преобразование исходных карт в растровые изображения, т.е. сканирование.* При сканировании важным является выбор разрешения получаемого изображения, излишне высокое разрешение требует больших объемов памяти для хранения исходной информации, в тоже время разрешение должно обеспечить необходимую точность сбора информации, которая определяется целями формирования ЦМР;

2) *Монтаж растровых фрагментов.* Монтаж или «сшивка» – это стыковка нескольких изображений произвольной формы в одно таким образом, чтобы границы между исходными изображениями были незаметны. При монтаже осуществляется геопривязка растровых данных. В ГИС имеются различные модули для решения этой задачи;

3) *Векторизация растрового изображения.* Векторизация, или дигитализация горизонталей может выполняться в ручном, полуавтоматическом и автоматическом режимах. Для различных ГИС разработаны отдельные модули, реализующие эту задачу в автоматических режимах, например, Map Edit;

4) *Формирование ЦМР.* ЦМР создается на основе методов интерполяции и может быть представлена в разных форматах;

5) Визуализация результатов. ЦМР обеспечивает визуализацию информации о поверхностях в разных формах.

В общем случае можно сказать, что чем больше исходных точек, тем более точной будет интерполяция и тем с большей вероятностью построенная модель поверхности будет адекватно отображать земную поверхность. Однако, существует предел числу точек (дискретности), поскольку для любой поверхности излишнее количество точек обычно не улучшает существенно качество результата, но лишь увеличивает объем данных и время вычислений. В некоторых случаях избыточные данные в отдельных областях могут приводить к неравномерному представлению поверхности и, следовательно, неодинаковой точности. Другими словами, большее число точек не всегда повышает точность.

Конечно, чем сложнее поверхность, тем больше исходных точек требуется. А для сложных объектов, таких как впадины и долины рек, требуются дополнительные точки, чтобы гарантировать представление с достаточной детальностью. Особая проблема интерполяции точек на границе исследуемых областей, например, граница листа карты. В этом случае следует для интерполяции использовать большую область перекрытия соседних листов.

Использование ЦМР. ЦМР важны для решения целого ряда прикладных экологических задач, в частности для прогнозирования чрезвычайных ситуаций, например, наводнений, оценки степени нарушенности ландшафтов и т.д.. По результатам анализа ЦМР средствами ГИС получают карты углов наклона (уклонов) местности и экспозиций склонов, формируют продольные и поперечные профили по заданному направлению, выполняют оценку зон видимости с намеченных точек обзора и др. Для отображения ЦМР используют разные формы.

10.7. Электронные карты и атласы

Визуализация (графическое воспроизведение, отображение) – генерация изображений, в том числе и картографических, и иной графики на устройствах отображения (преимущественно на мониторе) на основе преобразования исходных цифровых данных с помощью специальных алгоритмов.

Наиболее компактными и привычным способом представления географической информации остаются карты.

Электронная карта (ЭК) – картографическое изображение, визуализированное на мониторе, на основе цифровых карт или баз данных ГИС.

Электронный атлас (ЭА) – система визуализации в форме электронных карт, электронное картографическое произведение, функционально подобное электронной карте. Поддерживаются программным обеспечением типа картографических браузеров, обеспечивающих покадровый просмотр растровых изображений карт, картографических визуализаторов, систем настольного картографирования. Помимо картографического изображения и легенд электронные атласы обычно включают обширные текстовые комментарии, табличные данные, а мультимедийные электронные атласы – анимацию, видеоряды и звуковое сопровождение.

Таблицы и графики, включающие различные характеристики объектов (атрибуты) или их соотношения, могут использоваться как самостоятельные или дополнительные к другим средствам визуализации.

Анимации применяют для показа динамических процессов, т.е. последовательный показ рисованных статичных изображений (кадров), в результате чего создается иллюзия непрерывной смены изображений.

Для отображения результатов анализа данных в ГИС реализованы ряд способов, которые применяют при создании тематических карт.

Способ размерных символов (значков) – анализируемые характеристики объектов отображаются специальными символами, размер которых передаёт количественную информацию, а форма и цвет качественную информацию.

Способ качественного или (количественного фона) – в этом случае группируются данные с близкими значениями и созданным группам присваиваются определенные цвета, типы символов или линий.

Точечный способ – изобразительным средством является множество точек одинакового размера, каждая из которых имеет определенное значение количественного показателя.

Столбчатые и круговые локализованные диаграммы – позволяют отобразить соотношение нескольких характеристик, при этом диаграммы имеют географическую привязку (например, в точке размещения поста наблюдений показывают соотношение загрязняющих веществ).

Способ изолиний – один из широко распространённых способов отображения различных показателей. С их помощью формируют карты изогипс (топографические и гипсометрические), карты изотерм, изобар, изокоррелят и др. С помощью изолиний выделяются территории, которые характеризуются одинаковыми свойствами (температурами, давлением, осадками, одновременностью

наступления событий, равной величиной аномалий, равными скоростями тектонических движений и др.)

При этом различают две группы изолиний: истинные изолинии (характеризуют непрерывное изменение какого-либо показателя, к ним относятся горизонтали) и псевдоизолинии, отображающие данные, имеющие статистическую природу (например, дискретные значения от источников выбросов). Для представления изолиний применяют разные изобразительные средства: линии разных типов, толщины и цвета, послойная цветовая окраска фона (либо штриховка) промежутков между изолиниями.

Трехмерное изображение поверхности (3D-поверхность) – средство цифрового объемного представления поверхностей в виде проволочных диаграмм, при этом используются различные типы проекции, при этом изображение можно поворачивать и наклонять, используя простой графический интерфейс.

Для отображения рельефа по данным ЦМР могут быть сформированы растровые изображения.

Растровая поверхность (изображение) – формируется по Grid-модели, при этом каждому пикселю присваивается значение, пропорциональное высоте соответствующей ячейки сетки.

Теневой рельеф (аналитическая отмывка рельефа) – растровое отображение ЦМР, при формировании которого кроме высоты каждого участка сетки Grid-модели, учитывается освещенность склонов.

Реализованы возможности совмещения 3D-поверхностей с другими тематическими слоями. Для достижения реалистичности отображения объектов местности 3D-поверхности совмещаются с картографическими или ортоизображениями.

Виртуальная модель местности (ВММ) – модель местности, содержащая информацию о рельефе земной поверхности, ее спектральных яркостях и объектах, расположенных на данной территории, предназначена для интерактивной визуализации. ВММ позволяет обеспечить эффект присутствия на местности, может быть отображена в виде трехмерной статической сцены (3D-вид) или в режиме имитации полета над местностью, когда наблюдатель находится в точке с заданными координатами.

10.8. Этапы и правила проектирования ГИС

Применение ГИС для решения различных задач, в разных организационных схемах и с разными требованиями, обуславливает разные подходы к процессу проектирования ГИС.

Выделяют пять основных этапов процесса проектирования ГИС.

1. *Анализ системы принятия решений.* Процесс начинается с определения всех типов решений, для принятия которых требуется информация. Должны быть учтены потребности каждого уровня и функциональной сферы.

2. *Анализ информационных требований.* Определяется, какой тип информации нужен для принятия каждого решения.

3. *Агрегирование решений*, т.е. группировка задач, в которых для принятия

решений требуется одна и та же или значительно перекрывающаяся информация.

4. *Проектирование процесса обработки информации.* На данном этапе разрабатывается реальная система сбора, хранения, передачи и модификации информации. Должны быть учтены возможности персонала по использованию вычислительной техники.

5. *Проектирование и контроль за системой*. Важнейший этап – это создание и воплощение системы. Оценивается работоспособность системы с разных позиций, при необходимости осуществляется корректировка. Любая система будет иметь недостатки, и поэтому её необходимо делать гибкой и приспособляемой.

Геоинформационные технологии призваны автоматизировать многие трудоёмкие операции, ранее требовавшие больших временных, энергетических, психологических и других затрат от человека. Однако разные этапы технологической цепочки поддаются большей или меньшей автоматизации, что в значительной степени может зависеть от правильной постановки исходных задач.

Прежде всего, это формулирование требований к используемым информационным продуктам и выходным материалам, получаемым в результате обработки. Сюда можно отнести требования к распечатке карт, таблиц, списков, документов; к поиску документов и т.д. В результате должен быть создан документ с условным названием «Общий список входных данных».

Следующий шаг – определение приоритетов, очерёдности создания и основных параметров (территориального охвата, функционального охвата и объёма данных) создаваемой системы. Далее устанавливают требования к используемым данным с учётом максимальных возможностей их применения.

Вопросы по Главе 10:

1. Что такое ГИС?
2. Каковы основные функции ГИС-систем?
3. Дайте классификацию ГИС-систем.
4. Расскажите об источниках данных, применяемых в ГИС.
5. Опишите основные типы и аппаратно-технические средства ГИС.
6. Раскройте методы отображения природных объектов в ГИС.
7. Что такое базы данных ГИС и как ими управлять?
8. Раскройте основные задачи пространственного анализа в ГИС.
9. Что такое электронные карты и атласы и какова процедура их создания?

Глава 11
Оценка воздействия на окружающую среду, экологическая экспертиза, экологический аудит и экологический риск

11.1. Оценка воздействия на окружающую среду

Оценка воздействия на окружающую среду (ОВОС) представляет собой процедуру учета экологических требований законодательства РФ в системе подготовки хозяйственных, в том числе предпроектных, проектных и других решений, направленных на выявление и предупреждение неприемлемых для общества экологических и связанных с ними социальных, экономических и других последствий ее реализации, а также оценка инвестиционных затрат на природоохранные мероприятия. Любая хозяйственная деятельность оказывает то или иное негативное воздействие на окружающую среду, и в этом случае необходимо определить, насколько это воздействие соответствует тем экономическим выгодам, которые получаются от реализации данной деятельности. Таким образом, оценка воздействия на окружающую среду (ОВОС) – это процесс, способствующий принятию экологически ориентированного управленческого решения о реализации намечаемой хозяйственной и иной деятельности посредством определения возможных неблагоприятных воздействий, оценки экологических последствий, учета общественного мнения, разработки мер по уменьшению и предотвращению воздействий.

Целью проведения оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС) является определение характера и степени опасности всех потенциальных видов воздействий намечаемой хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду и здоровье населения, оценка экологических, экономических и социальных последствий этого воздействия, а также предотвращение или смягчение воздействия этой деятельности. Оценка воздействия является правовым процессом, обязательным при разработке любого проекта.

Основные задачи ОВОС вытекают из указанной цели и должны решаться в соответствии с требованиями документов, обеспечивающих соблюдение природоохранного законодательства, таких как:

- Закон РФ «Об охране окружающей среды», Федеральные законы «Об охране атмосферного воздуха», «Об особо охраняемых природных территориях», «Об экологической экспертизе», «Водный кодекс РФ», «Лесной кодекс РФ», «Земельный кодекс РФ»;
- Положение об оценке воздействия намечаемой хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду в Российской Федерации № 372 от 16 мая 2000 г.;
- Федеральный закон об экологической экспертизе. (Принят Государственной Думой 19 июля 1995 года, одобрен Советом Федерации 15 ноября 1995 г.).

В перечень основных задач, которые должны быть решены в процессе оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС), входят:

- *оценка состояния окружающей среды до реализации проектных реше-*

ний, то есть определение исходных характеристик и параметров компонентов окружающей среды, которые могут быть затронуты в процессе хозяйственной деятельности;

- *выявление основных факторов и видов негативного воздействия в связи с реализацией планируемой деятельности: загрязнение атмосферного воздуха, акустическое воздействие, воздействие на геологическую среду, загрязнение поверхностных и подземных вод, загрязнение почв, общее экологическое воздействие;*
- *обоснование показателей предельно допустимого воздействия и правил природопользования, исходя из лимитирующих экологических факторов намечаемого вида деятельности. Нормативы и правила должны обеспечить устойчивое развитие биогеоценозов в рамках природноизмененных геосистем;*
- *разработка рекомендаций и мероприятий по ограничению или нейтрализации всех основных видов воздействий с учетом современных достижений в этой области, использования ресурсосберегающих технологий, систем защиты окружающей среды и т.п.*

Для решения поставленных задач и создания документов по ОВОС проводится комплекс экологических исследований по оценке воздействия намечаемого объекта на компоненты окружающей среды, а именно:

- *оценка возможного загрязнения атмосферного воздуха;*
- *оценка акустического воздействия;*
- *оценка влияния намечаемой деятельности на поверхностные и подземные воды;*
- *оценка возможного воздействия на почвенный и растительный покров;*
- *оценка рекреационного воздействия на прилегающие территории;*
- *разработка природоохранных мероприятий, способствующих снижению негативных последствий.*

11.2. Экологическая экспертиза

Экологическая экспертиза – это установление соответствия намечаемой хозяйственной и иной деятельности экологическим требованиям и определение допустимости реализации объекта экспертизы в целях предупреждения возможных неблагоприятных воздействий этой деятельности на окружающую природную среду и связанных с ними социальных, экономических и иных последствий реализации объекта экологической экспертизы. Нормативно-правовой базой проведения государственных экологических экспертиз на территории Российской Федерации являются закон «Об экологической экспертизе», принятый в конце 1995 года, и «Регламент по проведению государственной экологической экспертизы» от 17.06.1997 г.

В Российской Федерации осуществляются государственная экологическая экспертиза и общественная экологическая экспертиза.

Государственная экологическая экспертиза осуществляется в соответствии с Законом РСФСР «Об охране окружающей природной среды» от 19.12.1991 г. № 2060-1, Федеральным законом «Об экологической экспертизе», «Положени-

ем о порядке проведения государственной экологической экспертизы», утвержденным Постановлением Правительства Российской Федерации от 11.06.1996 г. № 698, и другими нормативными и методическими документами.

Государственная экологическая экспертиза организуется и проводится специально уполномоченными государственными органами в области экологической экспертизы в порядке, установленном Федеральным законом и нормативными правовыми актами Российской Федерации, а также нормативными правовыми актами субъектов Российской Федерации. Государственная экологическая экспертиза проводится на федеральном уровне и уровне субъектов Российской Федерации.

В соответствии с законом «Об экологической экспертизе» основными принципами проведения экологической экспертизы являются:

- *презумпция потенциальной экологической опасности любой намечаемой хозяйственной и иной деятельности;*
- *обязательность проведения государственной экологической экспертизы до принятия решений о реализации объекта экологической экспертизы;*
- *комплексность оценки воздействия хозяйственной и иной деятельности на окружающую природную среду;*
- *независимость экспертов экологической экспертизы при осуществлении ими своих полномочий;*
- *научная обоснованность, объективность и законность заключений экологической экспертизы;*
- *гласность, участие общественных организаций (объединений), учет общественного мнения; ответственность участников экологической экспертизы за ее качество.*

Целями экологической экспертизы являются:

- *определение соответствия намечаемой деятельности требованиям, установленным нормативными правовыми актами РФ и субъектов РФ по вопросам охраны окружающей природной среды;*
- *определение полноты выявления масштабов прогнозируемого воздействия на окружающую среду в результате осуществления намечаемой деятельности;*
- *определение экологической обоснованности и допустимости реализации намечаемой деятельности;*
- *обеспечение достаточности предусмотренных мер экологической безопасности и сохранению природного потенциала.*

Согласно действующему законодательству обязательной государственной экологической экспертизе, проводимой на федеральном уровне, подлежат:

– проекты правовых актов Российской Федерации нормативного и ненормативного характера, реализация которых может привести к негативным воздействиям на окружающую природную среду, нормативно-технических и инструктивно-методических документов, утверждаемых органами государственной власти Российской Федерации, регламентирующих хозяйственную и иную деятельность, которая может оказывать воздействие на окружающую природную среду, в том числе использование природных ресурсов и охрану окружающей

природной среды, за исключением проектов индивидуальных правовых актов, принимаемых на основании документов территориального планирования и документации по планировке территории, лесоустроительной и землеустроительной документации, прошедших государственную экологическую экспертизу;

– материалы, подлежащие утверждению федеральными органами исполнительной власти и предшествующие разработке прогнозов развития и размещения производительных сил на территории Российской Федерации, в том числе:

1) проекты комплексных и целевых федеральных социально-экономических, научно-технических и иных федеральных программ, при реализации которых может быть оказано воздействие на окружающую природную среду;

2) проекты генеральных планов развития территорий свободных экономических зон и территорий с особым режимом природопользования и ведения хозяйственной деятельности;

3) проекты схем развития отраслей народного хозяйства Российской Федерации, в том числе промышленности;

4) проекты генеральных схем расселения, природопользования и территориальной организации производительных сил Российской Федерации;

5) проекты схем расселения, природопользования и территориальной организации производительных сил крупных регионов и национально-государственных образований;

6) проекты межгосударственных инвестиционных программ, в которых участвует Российская Федерация, и федеральных инвестиционных программ;

7) проекты комплексных схем охраны природы Российской Федерации;

– технико-экономические обоснования и проекты строительства, реконструкции, расширения, технического перевооружения, консервации и ликвидации организаций и иных объектов хозяйственной деятельности Российской Федерации и другие проекты независимо от их сметной стоимости, ведомственной принадлежности и форм собственности, осуществление которых может оказать воздействие на окружающую природную среду в пределах территории двух и более субъектов Российской Федерации, в том числе материалы по созданию гражданами или юридическими лицами Российской Федерации с участием иностранных граждан или иностранных юридических лиц организаций, объем иностранных инвестиций в которые превышает пятьсот тысяч долларов;

– технико-экономические обоснования и проекты хозяйственной деятельности, которая может оказывать воздействие на окружающую природную среду сопредельных государств, или для осуществления которой необходимо использование общих с сопредельными государствами природных объектов, или которая затрагивает интересы сопредельных государств, определенные «Конвенцией об оценке воздействия на окружающую среду в трансграничном контексте»;

– материалы по созданию организаций горнодобывающей и перерабатывающей промышленности, предусматривающие использование природных ресурсов, которые находятся в ведении Российской Федерации;

– проекты международных договоров;

– документация, обосновывающая соглашения о разделе продукции и концессионные договоры, а также другие договоры, предусматривающие использование природных ресурсов и (или) отходов производства, находящихся в ведении Российской Федерации;

– материалы обоснования лицензий на осуществление деятельности, способной оказать воздействие на окружающую природную среду, выдача которых относится в соответствии с законодательством Российской Федерации к компетенции федеральных органов исполнительной власти;

– проекты технической документации на новые технику, технологию, материалы, вещества, сертифицируемые товары и услуги, которые входят в перечень, утверждаемый федеральным специально уполномоченным государственным органом в области экологической экспертизы, в том числе на закупаемые за рубежом товары;

– материалы комплексного экологического обследования участков территорий, обосновывающие придание этим территориям правового статуса особо охраняемых природных территорий федерального значения, зоны экологического бедствия или зоны чрезвычайной экологической ситуации, а также программы реабилитации этих территорий;

– проекты схем охраны и использования водных, лесных, земельных и других природных ресурсов, находящихся в ведении Российской Федерации;

– документация на изменение функционального статуса, вида и характера использования территорий федерального значения, в том числе материалы, обосновывающие перевод лесных земель в нелесные;

– иные виды документации, обосновывающей хозяйственную и иную деятельность, которая способна оказывать прямое или косвенное воздействие на окружающую природную среду в пределах территорий двух и более субъектов Российской Федерации;

– объекты государственной экологической экспертизы, приведенные в настоящей статье и ранее получившие положительное заключение государственной экологической экспертизы, в случае:

1) доработки объекта экологической экспертизы, по замечаниям проведенной ранее государственной экологической экспертизы;

2) изменения условий природопользования специально уполномоченным государственным органом в области охраны окружающей природной среды;

3) реализации объекта государственной экологической экспертизы с отступлениями от документации, получившей положительное заключение государственной экологической экспертизы, и (или) в случае внесения изменений в указанную документацию;

4) истечения срока действия положительного заключения государственной экологической экспертизы;

5) внесения в проектную и иную документацию изменений после получения положительного заключения государственной экологической экспертизы.

Результатом проведения государственной экологической экспертизы является заключение государственной экологической экспертизы.

Заключением государственной экологической экспертизы является доку-

мент, подготовленный экспертной комиссией государственной экологической экспертизы, содержащий обоснованные выводы о допустимости воздействия на окружающую природную среду хозяйственной и иной деятельности…, и о возможности реализации объекта государственной экологической экспертизы.

Заключение, подготовленное экспертной комиссией государственной экологической экспертизы, после его утверждения специально уполномоченным государственным органом в области экологической экспертизы приобретает статус заключения государственной экологической экспертизы.

11.3. Экологический аудит

Экологический аудит является неотъемлемой составной частью системы управления окружающей средой.

Экологический аудит – объективная систематическая документированная и регулярно повторяемая проверка состояния охраны окружающей среды на предприятии. При этом за основу принимается сопоставление результатов, достигнутых предприятием, со стоящими перед ним целями.

Система управления окружающей средой дает предприятию возможность связать цели и задачи в области экологии с финансовыми результатами деятельности и обеспечить ситуацию, когда используемые ресурсы приносят наибольшую выгоду, как в финансовом отношении, так и в части охраны окружающей среды.

Основные задачи экологического аудита – сбор достоверной информации о производственной деятельности объекта и формировании на ее основе выводов относительно реального экологического состояния объекта.

Развитие и распространение процедуры экологического аудита как в России, так и за рубежом обусловлено главным образом ужесточением экологического законодательства, унификацией требований и стандартов в области торговли, кредитной и финансовой политики в связи с созданием единого экологического пространства.

Экологический аудит, изначально введенный в экономически развитых государствах в 70-е годы XX века как средство защиты интересов предпринимательских структур, был направлен на снижение уровня риска для окружающей среды и здоровья населения. С середины 80-х годов Международная торговая палата рассматривает экологический аудит в качестве метода внутреннего административного управления для усиления контроля за производственной практикой и оценкой соответствия стратегии деятельности компаний нормам экологического права. С начала 90-х годов многие коммерческие банки стали использовать экологический аудит в целях предупреждения риска неплатежей по ссудам своих заемщиков и банкротства в связи с деятельностью в области охраны окружающей среды. К примеру, Всемирный банк и Европейский банк реконструкции и развития используют экологический аудит для оценки деятельности финансируемых ими компаний и структур.

В ряде стран начиная с 90-х годов XX века приняты национальные стандарты в этой области. За рубежом Европейская система экологического ме-

неджмента и экологического аудита (EMAS) начиная с 1993 года стала реальным инструментом экологической политики. Целью введения EMAS было содействие улучшению характеристик окружающей среды, связанной с промышленной деятельностью, за счет вовлечения компаний в процесс активного управления окружающей средой. Данные правила предусматривают снижение воздействий на окружающую среду до уровня, соответствующего применению экономически обоснованной и лучшей из доступных технологий. При этом указанная схема не должна противоречить существующим законам ЕС или техническим стандартам, относящимся к управлению окружающей средой и наносить ущерб деятельности других компаний. Компания, решившая стать участником EMAS, должна выполнить ряд условий, а именно: официально принять Политику в области окружающей среды; произвести проверку своей деятельности и с учетом ее результатов разработать Программу в области окружающей среды; внедрить Систему управления окружающей средой; обеспечить проведение экологического аудита, а также подготовить Заявление по окружающей среде. С этой целью создается Система (Регистр) для аккредитации указанных фирм и наблюдения за их деятельностью. Таким образом, если предприятие или фирма не отвечает декларированным требованиям в области экологической политики, оно исключается из Регистра. Эффективное применение системы EMAS началось с конца 1995 г., когда европейские предприниматели присоединились к системе экологического аудита. Уже в марте 1996 г. в ЕС было зарегистрировано 142 фирмы, участвующих в реализации данной программы.

Широкое внедрение экологического менеджмента и экологического аудита обусловлено двумя основными причинами:

1) экологические показатели становятся все более весомым фактором конкурентной борьбы;

2) усиливаются экономические и административные санкции за нарушение требований законодательства в области охраны окружающей среды и экологических стандартов.

Аудит, как элемент обеспечения прав собственности, чрезвычайно важен для экономики, так как позволяет уменьшить информационный и коммерческий риск, связанный с принятием управленческих решений с целью выработки рекомендаций по эффективному использованию ресурсов в области природопользования и охраны окружающей среды.

Следует учитывать, что до 1998 года процедура экологического аудита в России выполнялась в основном зарубежными экоаудиторскими фирмами или их представительствами. В настоящее время деятельность по экологическому аудиту в России проводится в соответствии с Федеральными законами РФ «Об охране окружающей среды» (№ 7-Ф от 10 января 2002 г.) и «Об аудиторской деятельности» (№ 307-ФЗ от 30 декабря 2008 г.). И определяется тем, что российские предприятия, имеющие выход на международные рынки, обязаны проводить международную согласованную процедуру экологического аудита и получать соответствующий сертификат по экологической безопасности производства и продукции. То есть, если предприятие соответствует требованиям ISO

14000, то обеспечивается конкурентоспособность ее продукции на мировом рынке.

Проведение процедуры экологического аудита позволяет:

- *оптимизировать финансовые затраты предприятия с учетом экологических факторов;*
- *предупредить случаи возникновения ущерба, связанного с загрязнением окружающей среды и нерациональным природопользованием; улучшить взаимоотношения с природоохранными органами и населением;*
- *добиться определенных финансовых льгот, субсидий, корректировки платежей за природопользование с учетом реального вклада предприятий - природопользователей в оздоровление окружающей среды;*
- *перейти на международно-признанные стандарты и процедуры экологического управления, что связано с интеграцией российских предприятий в систему мировой экономики и международной экологической безопасности.*

Помимо основных проблем, экологический аудит может и должен решать ряд функциональных задач. Стратегические задачи экологического аудита лежат в сфере обоснования экологизированной стратегии развития предприятия (его политики) в соответствии с планами развития на основании данных, полученных в процессе экологического аудита:

- *повышение эффективности использования сырьевых и энергетических ресурсов;*
- *уменьшение отрицательного воздействия производства на окружающую среду за счет уже имеющихся методов и средств, не требующих значительных дополнительных затрат;*
- *концентрация усилий и средств на развитии наиболее приоритетных направлений деятельности;*
- *предотвращение локальных экологических проблем и чрезвычайных ситуаций;*
- *улучшение отношений с органами местной власти и государственного экологического контроля, экологической общественностью;*
- *создание и укрепление благоприятного имиджа предприятий;*
- *снижение платежей за природные ресурсы и загрязнение окружающей природной среды.*

В настоящее время имеется более 120 российских фирм, имеющих федеральную лицензию на вид деятельности «Экологический аудит». Ведется реестр экологов-аудиторов Российской Федерации, реестр фирм, имеющих лицензию на вид деятельности «Экологический аудит», а также реестр предприятий, организаций и учреждений, которые провели экологический аудит и присоединились к системе экологического управления в России.

Данная работа может осуществляться в сотрудничестве Министерства природных ресурсов России, Торгово-промышленной палаты России и Госстандарта России.

11.4. Экологический риск

Агентство по защите окружающей среды США рассматривает экологические риски (ecological risks) отдельно от рисков, угрожающих здоровью людей (health risks). По мнению экспертов Агентства, в начале 90-х годов XX века самыми серьезными экологическими рисками были следующие:

- *глобальное изменение климата;*
- *обеднение озонового слоя в стратосфере;*
- *изменение компонентов среды обитания;*
- *гибель популяций и потери в биологическом разнообразии.*

Кроме того эксперты указали в качестве наиболее серьезных перечисленные ниже риски угрозы здоровью людей:

- *загрязнение атмосферного воздуха (газами, аэрозолями);*
- *накопление радиоактивного газа радона в помещениях;*
- *загрязнение воздуха в помещениях;*
- *загрязнение питьевой воды;*
- *присутствие химических загрязнителей (токсикантов) на рабочих местах;*
- *загрязнение почв и вод пестицидами;*
- *обеднение озонового слоя в стратосфере.*

Сопоставление этих перечней показывает, что разделение рисков на экологические и риски угрозы здоровью является условным и неоднозначным. Видно, что при этом обеднение озонового слоя приходится включать в оба списка. Распространение пестицидов приняло такие масштабы (их следы обнаружены даже в тканях, обитающих в Антарктиде пингвинов), что вызываемый пестицидами риск следует считать не только риском угрозы здоровью, но и экологическим. То же можно сказать и о загрязнении воздуха и воды, которое наблюдается повсеместно.

При проведении социологических опросов, направленных на выявление приоритетов в обеспокоенности людей состоянием среды обитания, экологические риски не отделяют от рисков, угрожающих здоровью. Ниже в виде ранжированного по значимости позиций списка приводятся результаты такого опроса, выполненного в 1990 г. в США (перечислены первые 20 рисков из длинного перечня; в скобках указан процент опрошенных, классифицировавших соответствующий экологический риск как «очень серьезный»).

1. Действующие полигоны захоронения опасных отходов (67%).
2. Недействующие (старые) полигоны захоронения опасных отходов (65%).
3. Загрязнение воды стоками промышленных предприятий (63%).
4. Химические токсиканты на рабочих местах (63%).
5. Разливы нефти и нефтепродуктов (60%).
6. Разрушение озонового слоя (60%).
7. Аварии на атомных электростанциях (60%).
8. Аварии в промышленности, приводящие к выбросам загрязнителей (58%).

9. Излучение от радиоактивных отходов (58%).
10. Загрязнение воздуха промышленными предприятиями (56%).
11. Утечки из подземных хранилищ нефтепродуктов (55%).
12. Загрязнение прибрежных вод (54%).
13. Твердые отходы и мусор (53%).
14. Риск от пестицидов для фермеров (52%).
15. Загрязнение воды стоками сельскохозяйственных предприятий (51%).
16. Загрязнение воды очистными сооружениями (50%).
17. Загрязнение воздуха транспортными средствами (50%).
18. Остаточные пестициды в пищевых продуктах (49%).
19. Парниковый эффект (48%).
20. Загрязнение питьевой воды (46%).

Сравнение этого перечня с приведенными выше мнениями экспертов показывает, что простые люди и специалисты по-разному оценивают важность того или иного экологического риска. Так, опрос общественного мнения не выявил повышенной обеспокоенности ни глобальным изменением климата, ни воздействием радиоактивного газа (радона), ни сокращением биологического разнообразия. Эксперты и неспециалисты расходятся в оценках серьезности риска, вызываемого постоянно возрастающим количеством полигонов захоронения опасных отходов. Подобные различия отчасти обусловлены различием в информированности экспертов и обывателей, однако специальные исследования выявили и ряд иных причин. Оказалось, что весьма существенными являются факторы и механизмы восприятия риска, которые представлены в главе 3 настоящего учебного пособия.

В 1994 г. несколько международных организаций – Программа ООН по окружающей среде (UNEP), Организация объединенных наций по промышленному развитию (UNIDO), Международное агентство по атомной энергии (IAEA) и Всемирная организация здравоохранения (WHO) – разработали рекомендации по оценке и управлению рисками, связанными с угрозами здоровью людей и состоянию среды обитания в результате действия энергетических и промышленных комплексов. В состав этих рекомендаций входят основные признаки экологических рисков, связанных с угрозами здоровью и жизни людей и состоянию среды обитания, они перечислены в табл.11.1.

Таблица показывает, что экологические риски, связанные с угрозой здоровью и жизни людей, с одной стороны, и с угрозой состоянию среды обитания, с другой, характеризуются как одинаковыми, так и различными признаками. И те и другие риски могут происходить от источников непрерывного или разового действия. К источникам непрерывного действия относятся вредные выбросы от стационарных установок, а также от транспортных систем. К ним же следует отнести результаты использования в сельском хозяйстве удобрений, инсектицидов и гербицидов. Непрерывными поставщиками загрязнителей в среду обитания являются места сосредоточения промышленных и бытовых отходов (отвалы пород вблизи угольных шахт, хвостохранилища горно-металлургических предприятий, городские свалки и т.п.). Разовыми источниками являются аварийные выбросы вредных веществ в результате взрывов или других аварийных

ситуаций на промышленных объектах, а также серьезные дорожно-транспортные происшествия при перевозке ядовитых веществ. Причинами разовых выбросов могут быть, разумеется, и природные катастрофы (землетрясения и оползни, бури и ураганы, наводнения и вулканические извержения).

Таблица 11.1

Основные признаки экологических рисков, связанных с угрозой здоровью людей и состоянию среды обитания

Категории	Для людей	Для среды обитания
Характер действия источника риска	Непрерывный Разовый (аварийный)	Непрерывный Разовый (аварийный)
Контингент (группы) риска	Население данной местности Персонал предприятия	
Продолжительность действия	Кратковременное Средней длительности Длительное	Кратковременное Средней длительности Длительное
Последствия	По степени тяжести: фатальные (риск смерти), нефатальные (риск травмы болезни и т.п.) По времени проявления: немедленные отдаленные	По распространению: Локальные Региональные Глобальные По продолжительности: Кратковременные средней длительности длительные

Независимо от характера действия источника опасности, результатом ее проявления последней выступает ущерб, который наносится и людям и окружающей среде. Это требует одновременного рассмотрения обоих видов экологического риска. Вместе с тем, во многих случаях экологические риски, связанные с угрозой здоровью и жизни людей необходимо рассматривать отдельно от рисков, обусловленные угрозой состоянию среды обитания.

Оценки экологических рисков с учетом жизненного цикла промышленных продуктов (методики «Экоиндикатор 95» и «Экоиндикатор 99»). Группой компаний и исследовательских организаций Нидерландов были разработаны методики расчета экологических рисков, ориентированные на оценку *жизненного цикла* основных видов промышленной продукции и процессов (методики «Экоиндикатор 95» и «Экоиндикатор 99» (Goedkoop, 1995; Goedkoop, Spriensma, 1999)). Основная идея этих методик состоит в детальном учете (инвентаризации) всех потребляемых ресурсов и попадающих в среду обитания загрязнителей в течение жизненного цикла определенного продукта (например, стали, бумаги, пластических материалов и т.д.) или процесса (выработка электрической или тепловой энергии, транспортировка грузов и т.п.). Методики используют европейский масштаб для оценки ущерба экосистемам и здоровью людей, это означает, что учитываются потребляемые ресурсы и поступающие в окружающие среду вещества в результате промышленного производства во всех странах Западной и Восточной Европы. Расчеты показали, что при оценке воздействия жизненного цикла (Life Cycle Impact Assessment) надлежит учиты-

вать девять основных процессов, причиняющих вред здоровью людей и ущерб экосистемам, причем каждому из этих процессов приписывается определенный весовой коэффициент (табл. 11.2).

Видно, что максимальный и минимальный весовые коэффициенты отличаются в 40 раз, для европейских стран основными факторами экологического риска считаются обеднение озонового слоя, действие пестицидов и канцерогенов, а также повышение кислотности водоемов.

Разработанные методики позволяют вычислять значения комплексных индикаторов для основных промышленных продуктов и процессов. Комплексный характер экоиндикаторов обусловлен тем, что они учитывают три компонента ущерба – здоровью людей, экосистемам и природным ресурсам.

Таблица 11.2

Процессы, причиняющие вред здоровью людей и среде обитания, их весовые коэффициенты и критерии выявления (для стран Европы, методики «Экоиндикатор 95» и «Экоиндикатор 99»)

Процессы	Весовые коэффициенты	Критерии выявления
Обеднение озонового слоя	100	Вероятность одной смерти в год на 10^6 жителей 5%-я деградация экосистемы
Действие пестицидов	25	Вероятность одной смерти в год на 10^6 жителей
Действие канцерогенных веществ	10	5%-я деградация экосистемы
Повышение кислотности водоемов	10	5%-я деградация экосистемы
Эвтрофикация	5	5%-я деградация экосистемы
Действие тяжелых металлов	5	Учитывается концентрация кадмия – основного экотоксиканта среди тяжелых металлов
Действие зимнего смога	5	Учет жалоб в период действия смога, особенно со стороны астматиков и пожилых людей
Действие летнего смога	2,5	5%-я деградация экосистем
Парниковый эффект	2,5	Повышение температуры на 0,1°С каждые 10 лет

Ущерб здоровью людей выражается так называемым приведенным количеством потерянных лет (ПКПЛ или DALYs – disability adjusted life years). Термин «приведенное количество» означает, что суммируются как потерянные годы жизни (YLL – years of life lost), так и годы прожитые в состоянии инвалидности (YLD – years lived disabled), и полученная сумма делится на число жителей Европы. В табл.11.3 приведены показатели ущерба здоровью людей, наносимого основными воздействиями, рассчитанные на одного жителя Европы.

Таблица 11.3

Показатели ущерба здоровью людей, наносимого основными видами воздействия, выраженные в единицах ПКПЛ/год – приведенного количества потерянных лет,
отнесенного к одному году
(методика «Экоиндикатор 99») (Goedkoop, Spriensma, 1999)

Вид воздействия	Ущерб на одного жителя Европы, ПКПЛ/год
Заболевания органов дыхания (действие неорганических веществ)	0,0108
Изменение климата	0,00239
Канцерогенные эффекты	0,00200
Обеднение озонового слоя	0,000219
Заболевания органов дыхания (действие органических веществ)	0,0000684
Ионизирующая радиация	0,0000268
Суммарный ущерб здоровью людей	0,0155

Ущерб экосистемам выражается путем использования двух величин: доли видов, затронутых данным техногенным воздействием, и доли видов, исчезнувших в результате такого воздействия. Эти величины умножаются на площадь экосистемы и время воздействия. В табл. 11.4 представлены показатели ущерба экосистемам, наносимого различными видами воздействия. Эти показатели отнесены к одному году длительности каждого техногенного воздействия.

Таблица 11.4

Показатели ущерба экосистемам, наносимого различными видами воздействия, рассчитанные по методике «Экоиндикатор 99» (Goedkoop, Spriensma, 1999)

Вид воздействия	Единица измерения	Ущерб
Экотоксиканты	ДЗВ·м^2·год/год	8110
Экотоксиканты	ДИВ·м^2·год/год	811
Подкисление природных вод и эвтрофикация	ДИВ·м^2·год/год	375
Землепользование	ДИВ·м^2·год/год	3950
Суммарный ущерб экосистемам	ДИВ·м^2·год/год	5130

Примечание. ДЗВ – доля затронутых видов; ДИВ – доля исчезнувших видов.

Ущерб, наносимый природным минерально-сырьевым ресурсам, был рассчитан для двух видов ресурсов: минералов и ископаемого топлива. Это означает, что рассматриваемый ущерб учитывается двояким образом. Во-первых, рассчитываются экологические последствия вовлечения в переработку сырья с постоянно уменьшающимся промышленным содержанием добываемого компонента (например, руд с более низким содержанием меди). Во-вторых, оцениваются экологические эффекты перехода от традиционных видов ископаемого топлива (нефти и газа) к новым энергоносителям (таким, как горючие сланцы и битумные пески), обладающим меньшей теплотворной способностью. Результаты расчетов даны в табл. 11.5.

Таблица 11.5

Показатели ущерба, наносимого природным минерально-сырьевым ресурсам (методика «Экоиндикатор 99» (Goedkoop, Spriensma, 1999))

Вид ресурсов	Единица измерения	Ущерб
Минералы	МДж/год	150
Ископаемое топливо	МДж/год	5790
Суммарный ущерб минерально-сырьевым ресурсам	МДж/год	5940

Итак, каждый из трех компонентов ущерба характеризуется собственным суммарным показателем. Значения этих показателей используются в качестве коэффициентов нормирования для дальнейших расчетов. Кроме того, для этих расчетов вводятся коэффициенты взвешивания, характеризующие относительный вклад каждого из трех компонентов ущерба (сумма этих коэффициентов равна единице). Коэффициенты нормирования и взвешивания, используемые в методиках «Экоиндикатор 95» и «Экоиндикатор 99», представлены в табл. 11.6.

Таблица 11.6

Коэффициенты нормирования и взвешивания, используемые для вычисления показателей ущерба

Вид показателей	Коэффициенты	
	нормирования	взвешивания
Показатели ущерба здоровью людей	0,0155	0,3
Показатели ущерба экосистемам	5130	0,5
Показатели ущерба, наносимого природным минерально-сырьевым ресурсам	5940	0,2

В табл. 11.7 приведены примеры расчета комплексных экоиндикаторов, характеризующих жизненный цикл некоторых промышленных продуктов и процессов.

Таблица 11.7

Примеры расчета комплексных экоиндикаторов («Экоиндикатор 95», (Goedkoop, 1995))

Производственные процессы	Экоиндикаторы, усл.ед.
Производство металлов (на 1 кг)	
Медь	85
Алюминий	18
Нержавеющая сталь	17
Сталь	4,1
Производство пластических материалов (на 1 кг)	
Полиуретан	
Поликарбонат	14
Полипропилен	13
Производство бумаги (на 1 кг)	3,3

Производство стекла (на 1 кг)	3,3
Производство электроэнергии и тепла	2,1
Электроэнергия низкого напряжения	0,67
(на 1 кВт.ч)	0,57
Электроэнергия высокого напряжения	0,15
(на 1 кВт.ч)	0,063
Тепловая энергия от сжигания нефти	
(на 1 МДж тепла)	0,34
Тепловая энергия от сжигания газа	
(на 1 МДж тепла)	0,056

Значения экоиндикаторов выражены в некоторых условных единицах, которые позволяют сравнивать экологические риски, связанные с производством разных продуктов или с различными видами производственной деятельности. Видно, например, что экоиндикатор производства меди в двадцать с лишним раз превышает экоиндикатор производства стали. Это обусловлено тем обилием выбросов вредных загрязнителей, которыми сопровождается выплавка меди. С другой стороны, как показывает табл. 11.7, некоторые пластические материалы также имеют высокие значения экоиндикаторов, что связано со значительными количествами потребляемой энергии и, следовательно, повышенным загрязнением среды обитания.

Другая группа экоиндикаторов, рассчитанных по методике «Экоиндикатор 99», включает в себя показатели ущерба здоровью людей, наносимого различными загрязнителями. Рассчитывались три величины: *фактор ущерба* (ФУ), *нормированный фактор ущерба* (НФУ) и *взвешенный фактор ущерба* (ВФУ). Нормированный фактор ущерба получался путем деления фактора ущерба на коэффициент нормирования (суммарный ущерб здоровью людей, равный 0,0155 ПКПЛ/год), а взвешенный фактор ущерба равнялся нормированному фактору, умноженному на коэффициент взвешивания (0,3). Значения всех трех факторов ущерба выражались в единицах ПКПЛ и относились к 1 кг вещества, поступившего в один из трех компонентов среды обитания (воздух, вода и почва). В табл. 11.8 приведены показатели ущерба здоровью людей, вызываемого воздействием некоторых канцерогенных веществ.

Таблица 11.8

Показатели ущерба здоровью людей, вызываемого воздействием некоторых канцерогенных веществ («Экоиндикатор 99» (Goedkoop, Spriensma, 1999))

Вещества	Воздух			Вода			Почва		
	ФУ	НФУ	ВФУ	ФУ	НФУ	ВФУ	ФУ	НФУ	ВФУ
Бензо-(а)пирен	0,004	0,257	0,077	2,99	193	57,9	0,002	0,133	0,04
Диоксины	179	11500	3460	2020	$1{,}3\cdot10^5$	$3{,}9\cdot10^4$	7,06	455	137
Мышьяк	0,025	1,59	0,476	0,066	4,24	1,27	0,013	0,851	0,255
Кадмий	0,135	8,71	2,61	0,071	4,59	1,38	0,004	0,257	0,077
Хром (VI)	1,75	113	33,9	0,343	22,1	6,64	0,271	17,5	52,5
Никель	0,024	1,52	0,455	0,031	2,01	0,602	0,004	0,254	0,076

Видно, что на первом месте по канцерогенному действию стоят диоксины,

их факторы ущерба весьма значительны для всех компонентов среды обитания. Среди тяжелых металлов наибольшим канцерогенным эффектом обладает шестивалентный хром.

В табл. 11.9 даны показатели ущерба здоровью людей, вызываемого воздействием неорганических веществ на дыхательные пути. Эта таблица показывает, что из перечисленных веществ наибольшую опасность представляет тонкая фракция пыли, находящейся в воздухе. Среди кислотообразующих окислов наибольший вред дыхательным путям наносят NO и NO_2.

Таблица 11.9

Показатели ущерба здоровью людей, вызываемого воздействием неорганических веществ на дыхательные пути (Goedkoop, Spriensma, 1999)

Вещества	ФУ	НФУ	ВФУ
Пыль, фракция 2,5 мкм	$7{,}0\cdot10^{-4}$	0,045	0,0135
Пыль, фракция 10 мкм	$3{,}8\cdot10^{-4}$	0,024	0,0073
NO	$1{,}4\cdot10^{-4}$	0,0088	0,0026
NO_2	$8{,}9\cdot10^{-5}$	0,0058	0,0017
SO_2	$5{,}5\cdot10^{-5}$	0,0035	0,0011
SO_3	$4{,}4\cdot10^{-5}$	0,0028	0,00085
NH_3	$8{,}5\cdot10^{-5}$	0,0055	0,00165
CO	$7{,}3\cdot10^{-7}$	$4{,}7\cdot10^{-5}$	$1{,}4\cdot10^{-5}$

В табл. 11.10 представлены показатели ущерба, наносимого воздействием токсичных веществ воздуху, воде и почве.

Таблица 11.10

Показатели ущерба, наносимого воздействием токсичных веществ компонентам среды обитания («Экоиндикатор 99», Goedkoop, Spriensma, 1999)

Вещества	Воздух			Вода			Почва		
	ФУ	НФУ	ВФУ	ФУ	НФУ	ВФУ	ФУ	НФУ	ВФУ
Бензо(а)пирен									
Диоксины	142	0,028	0,014	36,8	0,007	0,0036	7250	1,41	0,707
Мышьяк	$1{,}3\cdot10^{5}$	25,7	12,9	$1{,}9\cdot10^{5}$	36,5	18,2	$2{,}9\cdot10^{5}$	40,7	20,4
Никель	592	0,115	0,058	11,4	0,0022	0,0011	610	0,119	0,059
Хром	7100	1,38	0,692	143	0,028	0,014	7320	1,43	0,713
Цинк	4130	0,805	0,403	68,7	0,013	0,0067	4240	0,827	0,413
Медь	2890	0,563	0,282	16,3	0,0032	0,0016	2980	0,581	0,290
Кадмий	1460	0,285	0,142	147	0,285	0,0142	1500	0,285	0,146
Свинец	9650	1,88	0,941	480	0,29	0,047	9940	1,94	0,969
Ртуть	2540	0,495	0,248	7,39	0,0014	$7{,}2\cdot10^{-4}$	12,9	0,0025	0,0013
	829	0,162	0,081	197	0,038	0,019	1680	0,32	0,164

Как и в предыдущих случаях, рассчитывались три вида факторов: ФУ – фактор ущерба, НФУ – нормированный фактор ущерба и ВФУ – взвешенный фактор ущерба; значения всех факторов даны в единицах ДИВ·$м^2$·год и рассчитаны на 1 кг токсиканта, поступившего в среду обитания). Данная таблица показывает, что в отношении экологического риска, вызываемого загрязнением воздуха, рассмотренные токсиканты образуют следующий ряд:

диоксины > Cd > Ni > Cr > Zn > Pb > Cu > Hg > As > бензо(а)пирен.

При загрязнении воды те же вещества формируют несколько измененный ряд экологического риска:

диоксины > Cd > Hg > Cu > Ni > Cr > бензо(а)пирен > Zn > As > Pb.

При загрязнении почвы ряд экологического риска имеет сле-дующий вид:

диоксины > Cd > Ni > бензо(а)пирен > Cr > Zn > Hg > Cu > As > Pb.

У большинства рассматриваемых токсикантов значения ВФУ снижаются в последовательности: почва > воздух > вода, только у свинца порядок уменьшения величины ВФУ иной: воздух > почва > вода. В приведенной таблице роль хрома учитывается вне зависимости от его валентности. Видно, что среди тяжелых металлов первое место занимает кадмий.

Вопросы по Главе 11:

1. Что такое ОВОС?
2. Каковы правовые основы проведения ОВОС?
3. Что такое экологическая экспертиза?
4. Каковы основные принципы проведения экологической экспертизы?
5. Дайте характеристику правовой основе проведения экологической экспертизы.
6. Что такое экологический аудит и каковы процедуры его проведения?
7. Что такое экологический риск?
8. Как проводится оценка экологического риска?

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В завершение настоящего учебного пособия необходимо обратить внимание на основополагающие законы экологии, сформулированные в 70-х годах XX столетия американским экологом Барри Коммонером, так как они объединяют многие важные принципы экологии и природопользования и являются справедливыми для многих отраслей знания. Эти законы, сформулированные в виде афоризмов, гласят: «Все связано со всем»; «Все должно куда-то деваться»; «Природа знает лучше» и «Ничто не дается даром».

Рост численности населения и опережающий его рост потребностей общества поставили перед человечеством общемировые задачи обеспечения продовольствием необходимой калорийности и состава, водой приемлемого количества и качества, территорией, обеспечивающей многие аспекты деятельности человека, энергией, не вызывающей глобальных геоэкологических кризисов, продуктами индустриальной деятельности, не приводящей к неприемлемому уровню загрязнения экологической системы Земли. Эти потребности неуклонно возрастают, переводя экосферу из кризисного, но все же устойчивого состояния к неустойчивому, а при дальнейшем развитии неустойчивости – к глобальной катастрофе.

Все эти и подобные потребности удовлетворяются благодаря надежному функционированию процессов, происходящих в экосистемах Земли, таких как глобальные биогеохимические циклы, глобальный гидрологический цикл, глобальный энергетический баланс, синтез и деструкция органического вещества и др. Значительная часть нужд человечества обеспечивается также благодаря добыче и переработке невозобновимых минеральных ресурсов (нефти, газа, металлов и др.).

Из вышеприведенного материала можно сделать заключение, что по отношению к интересам и задачам человечества, в масштабах времени нескольких поколений, экосистемы Земли выполняют четыре основные функции:

– поддержание систем жизнеобеспечения;

– поглощение и переработка продуктов жизнедеятельности человеческого общества;

– воспроизводство возобновимых природных ресурсов (преимущественно биологических);

– обеспечение невозобновимыми (преимущественно минеральными) природными ресурсами.

Последняя из вышеупомянутых функций целиком вызвана деятельностью человека. Она чужда природе, и ее усиление вызывает рост неустойчивости всех экосистем Земли. При увеличении антропогенной и(или) естественной нагрузки, с выходом за допустимые пределы, устойчивость каждой из первых трех функций резко уменьшается. Роль человечества в снижении, а затем и разрушении устойчивости каждой из функций – решающая.

С проблемами ограниченности природных ресурсов (возобновимых и невозобновимых) и загрязнением окружающей среды человечество в принципе

может справиться, и такие подходы обсуждались выше. Что касается восстановления антропогенно нарушенных глобальных систем жизнеобеспечения, то оно во многом находится за пределами возможностей человечества.

По всей видимости, эта ситуация сохранится на ближайшую перспективу, даже если правительства стран мира коренным образом изменят систему приоритетов по отношению к глобальным экосистемам Земли и их элементам. Отсюда вытекает реальная возможность переступания через порог устойчивости с возникновением опасности для существования всего человечества, что является важнейшей проблемой XXI века.

ЛИТЕРАТУРА

Голубев Г.Н. Геоэкология. Учебник для студентов ВУЗов. – М.: ГЕОС, 1999. – 338 с.

Ковалев С.Г., Кулагин А.Ю. Природные ресурсы и природопользование. Учебное пособие. – Уфа: БГПУ, 2012. – 308 с.

Миллер Т. Жизнь в окружающей среде. Том 1-3. – М.: Прогресс, 1993-1996. – 992 с.

Наше общее будущее. Доклад Международной Комиссии по окружающей среде и развитию. – М.: Прогресс, 1989. – 372 с.

Небел Б. Наука об окружающей среде: Как устроен мир: В 2-х т. Пер. с англ. - М.: Мир, 1993. - Т.1 - 420 с., т. 2 - 424 с.

Орлов Д.С., Садовникова Л.К., Лозановская И.Н. Экология и охрана биосферы при химическом загрязнении: Учеб. пособие для хим., хим.-технол. и биол. спец. вузов. – М.: Высшая школа, 2002. – 334 с.

Потапов А.Д. Экология. – М.: ГУП Издательство «Высшая школа», 2000. – 446 с.

Ревелль П., Ревелль Ч. Среда нашего обитания: В 4-х книгах, Кн. 3. Энергетические проблемы человечества: Пер. с англ. – М.: Мир, 1995. – 291 с.

Реймерс Н.Ф. Природопользование. Словарь-справочник. – М.: Мысль, 1990. – 638 с.

Родзевич Н.Н. Геоэкология и природопользование: Учеб. для вузов. – М.: Дрофа, 2003. – 256 с.

Химия окружающей среды / Под ред. Дж. О.-М. Бокриса. – М.: Химия, 1982. – 671 с.

Ясаманов Н.А. Основы геоэкологии Ученое пособие для экологических специальностей вузов. – М.: Академия, 2003. – 352 с.

С.Г.Ковалев, А.Ю.Кулагин, О.В.Тагирова, Г.А.Зайцев

ГЕОЭКОЛОГИЯ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

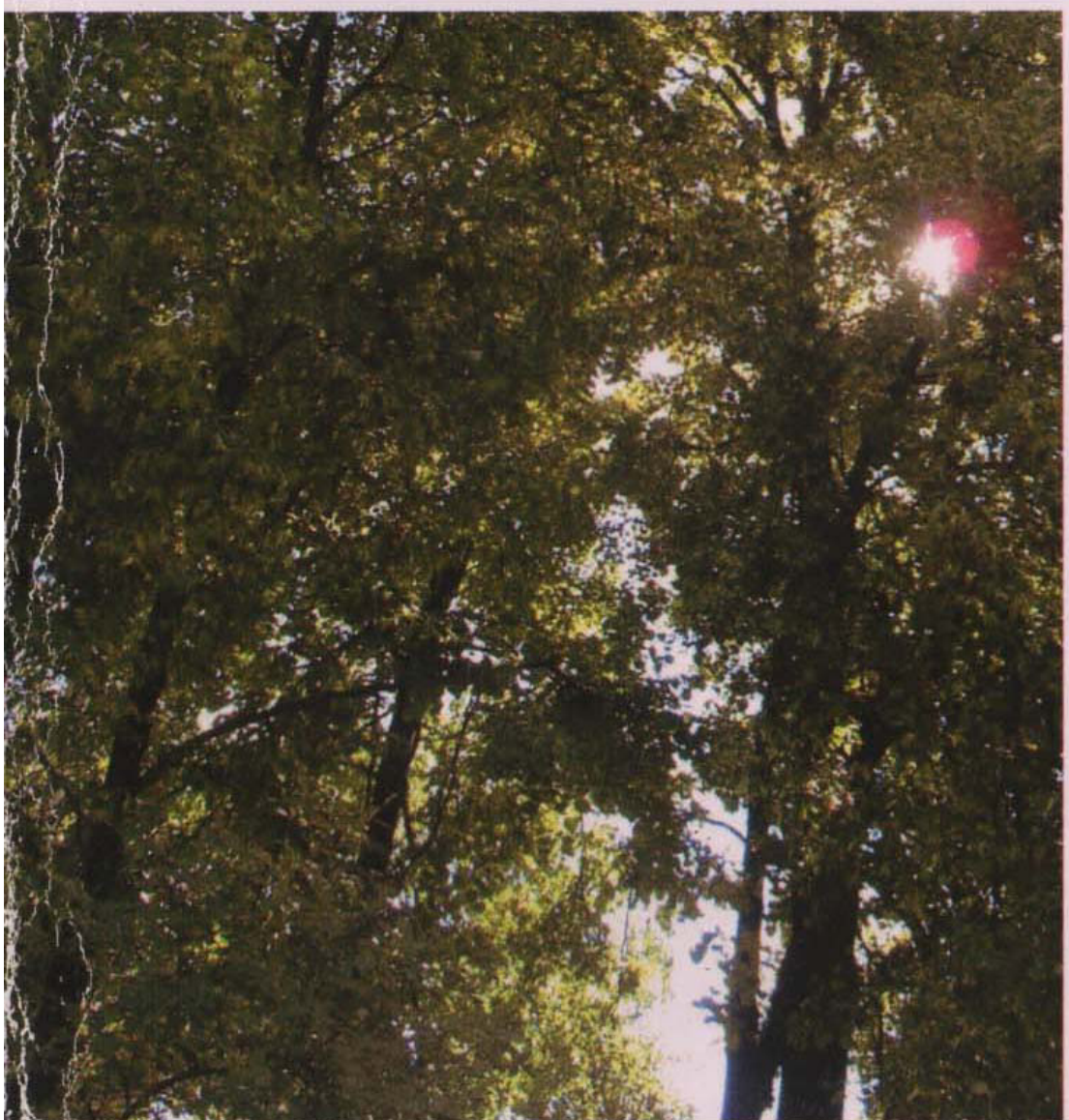
Лиц. на издат. деят. Б848421 от 03.11.2000 г. Подписано в печать 04.09.2015.
Формат 60Х84/16. Компьютерный набор. Гарнитура Times New Roman.
Отпечатано на ризографе. Усл. печ. л. – 11,8. Уч.-изд. л. – 11,6.
Тираж 100 экз. Заказ №

ИПК БГПУ 450000, г.Уфа, ул. Октябрьской революции, 3а

БГПУ
им. М. Акмуллы

А.Ю. КУЛАГИН, Г.А. ЗАЙЦЕВ, О.В. ТАГИРОВА,
Ф.Ф. ИСХАКОВ, А.А. КРЕСТЬЯНОВ

ЛЕСНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН



Учебное пособие

Уфа 2015

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ им. М.АКМУЛЛЫ
РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
УФИМСКИЙ ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ РАН
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА
Филиал «Рослесозащита» Центр защиты леса Республики Башкортостан

А.Ю. КУЛАГИН, Г.А. ЗАЙЦЕВ, О.В. ТАГИРОВА,
Ф.Ф. ИСХАКОВ, А.А. КРЕСТЬЯНОВ

ЛЕСНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН

Учебное пособие

УФА 2015

УДК 630 (470.57)
ББК 43.4
Л 50

Печатается по решению
Учебно-методического совета Башкирского государственного педагогического университета им. М.Акмуллы;
Ученого совета Уфимского института биологии РАН;
Научно-технического совета Центра защиты леса Республики Башкортостан

Лесные экосистемы Республики Башкортостан [Текст]: учеб. пособие / А.Ю. Кулагин, Г.А. Зайцев, О.В. Тагирова, Ф.Ф. Исхаков, А.А.Крестьянов. – Уфа: Изд-во БГПУ им. М.Акмуллы, 2015. – 163 с.

Учебное пособие по курсу «Лесные экосистемы Республики Башкортостан» разработано в соответствии с Федеральным Государственным образовательным стандартом для студентов направления 022000.62 Экология и природопользование.

Учебное пособие будет полезно для студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых при изучении лесных экосистем Республики Башкортостан, при оценке экологического состояния древесных растений в различных лесорастительных условиях, при изучении лесопатологического состояния древостоев.

Рецензенты:
З.Х. Шигапов – д-р.биол.наук, Ботанический сад-институт УНЦ РАН;
В.Ф. Коновалов – д-р.с.-х.наук, проф., Башкирский государственный аграрный университет;
Кафедра экологии и природопользования БГПУ им.М.Акмуллы

ISBN 978-5-87978-925-6

© Изд-во БГПУ, 2015
© Кулагин А.Ю., Зайцев Г.А., Тагирова О.В., Исхаков Ф.Ф., Крестьянов А.А., 2015
© Уфимский институт биологии РАН, 2015
© Центр защиты леса Республики Башкортостан, 2015

МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПЛАНЕ

«Лесные экосистемы Республики Башкортостан» является дисциплиной профессионального цикла Основной образовательной программы (ООП) направления подготовки 022000.62 «Экология и природопользование» и преподается в 6 семестре. Программа предусматривает чтение лекций, проведение лабораторных занятий.

Для успешного изучения учебного материала студент должен обладать базовыми знаниями по биологии, ботанике, зоологии, общей экологии, геоэкологии, учению об атмосфере, информатике, почвоведению, биогеографии, оценке состояния окружающей среды, биоразнообразию, учению о гидросфере, учению о биосфере, экологии почв.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ КУРСА

Цели изучения дисциплины

Лес, а это одна из сложнейших живых систем Земли, в своем развитии и существовании связан как с биотическими, так и абиотическими и антропогенными факторами. Рациональное использование лесных экосистем невозможно без знания основных закономерностей жизни, роста, возобновления и развития леса, без понимания влияния эколого-географических факторов на формирование разнообразия структур и форм лесов.

Одним из объектов профессиональной деятельности экологов являются леса, объекты ландшафтного строительства и лесопаркового хозяйства, а цели работы – воспроизводство, улучшение видового состава растительности, качества лесных насаждений, повышение их продуктивности и восстановление, сбережение генофонда, рациональное использование лесов, защита особо охраняемых природных территорий. Чтобы успешно выращивать защитные лесонасаждения, необходимо знать морфологические и биологические особенности древесных и кустарниковых пород; знать, в какой природно-климатической зоне и на каких типах почв целесообразно вводить в насаждения данную породу; какими защитными свойствами обладает данная порода и каково ее хозяйственное значение; какое сочетание с другими породами наиболее эффективно в защитных лесонасаждениях.

Курс «Лесные экосистемы Республики Башкортостан» является теоретической и практической базой, на основании которой формируются профессиональное мышление эколога, закладываются принципы ведения рационального лесного хозяйства в Республике Башкортостан.

Основные задачи дисциплины:

овладеть методологией изучения лесных экосистем;

научить анализу современного состояния лесов Республики Башкортостан;

дать представления об основных лесообразователях Республики Башкортостан;

научить навыкам описания лесных экосистем;

ознакомить с методами оценками экологического состояния лесов;

научит работе с таксационным оборудованием для изучения лесных экосистем.

ПЕРЕЧЕНЬ ЗНАНИЙ И УМЕНИЙ

Студент, успешно освоивший курс дисциплины «Лесные экосистемы Республики Башкортостан» должен:

знать основные понятия и определения лесных экосистем;

уметь оценивать состав, структуру и состояние лесных экосистем;

владеть навыками оценки состояния и прогноза будущего состояния лесных экосистем.

ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЕ БАКАЛАВРИАТА

Профессиональные компетенции (ПК):

владеть методами прикладной экологии, экологического картографирования, экологической экспертизы и мониторинга; владеть методами обработки, анализа и синтеза полевой и лабораторной экологической информации и использовать теоретические знания на практике; владеть методами оценки лесных экосистем; владеть методами обработки, анализа и синтеза информации по характеристике лесных экосистем и использовать теоретические знания на практике (ПК-9).

владеть методами обработки, анализа и синтеза полевой и лабораторной геоэкологической информации и использовать теоретические знания в практике; владеть методами обработки, анализа и синтеза полевой информации и базами данных по лесным экосистемам и использовать теоретические знания на практике (ПК-14).

ТЕМАТИЧЕСКОЕ СОДЕРЖАНИЕ КУРСА

В первой главе дается краткая характеристика лесов Республики Башкортостан. Во второй главе приводится описание основных лесообразующих пород Республики Башкортостан, дается информация по видам древесных растений, занесенных в Красную книгу РБ. В третьей главе дается характеристика лесопатологического состояния лесных экосистем Республики Башкортостан, приводится описание основных болезней и вредителей леса. В четвертой главе раскрываются методы таксационного описания и характеристики экологического состояния лесов.

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Ковалев, С.Г. Природные ресурсы: Учебное пособие / С.Г. Ковалев А.Ю. Кулагин.– Уфа: Изд-во БГПУ 2012. – 308 с.

2. Миркин, Б.М. Экология растений Башкортостана / Б.М. Миркин, Л.Г. Наумова. - Уфа: Китап, 2010. – 248 с.

3. Рысин, Л.П. Урболесоведение / Л.П. Рысин, С.Л. Рысин. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2012. – 240 с.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

5. Лесовосстановление на промышленных отвалах Предуралья и Южного Урала / А.А. Баталов, Н.А. Мартьянов, А.Ю. Кулагин, О.Б. Горюхин. – Уфа: БНЦ УрО АН СССР, 1989. – 140 с.

6. Водоохранно-защитные леса Уфимского плато: экология, синтаксономия и природоохранная значимость / под ред. А.Ю. Кулагина. – Уфа: Гилем, 2007. – 443 с.

7. Генетические аспекты сохранения биологического разнообразия / Ю.А. Янбаев, М.Н. Косарев, Р.М. Бахтиярова [и др]. – Уфа: БГУ, 2000. – 108 с.

8. Зайцев, Г.А. Сосна обыкновенная и нефтехимическое загрязнение: дендроэкологическая характеристика, адаптивный потенциал и использование / Г.А. Зайцев, А.Ю. Кулагин. – М.: Наука, 2006. – 124 с.

9. Красная книга Республики Башкортостан. Т.1. – Уфа: Китап, 2001. – 280 с.

10.Кулагин, А.А. Лиственница Сукачева в экстремальных лесорастительных условиях Южного Урала / А.А. Кулагин, Г.А. Зайцев. – М.: Наука, 2008. – 171 с.

11.Кулагин, А.А. Древесные растения и биологическая консервация промышленных загрязнителей / А.А. Кулагин, Ю.А. Шагиева. – М.: Наука, 2005. – 190 с.

12. Кулагин, А.Ю. Ивы: техногенез и проблемы оптимизации нарушенных ландшафтов / А.Ю. Кулагин. – Уфа: Гилем, 1998. – 193 с.

13. Кулагин, А.Ю. Средостабилизирующая роль лесных насаждений в условиях Стерлитамакского промышленного центра / А.Ю. Кулагин, Р.Х. Гиниятуллин, Р.В. Уразгильдин. – Уфа: Гилем, 2010. – 108 с.

14. Кулагин, А.Ю. Тополя в Предуралье: дендроэкологическая характеристика и использование / А.Ю. Кулагин, И.Р. Кагарманов, Л.Н. Блонская. – Уфа: Гилем, 2000. – 124 с.

15. Кулагин, Ю.З. Древесные растения и промышленная среда / Ю.З. Кулагин. – М.: Наука, 1974. – 125 с.

16. Кулагин, Ю.З. Индустриальная дендроэкология и прогнозирование / Ю.З. Кулагин. – М.: Наука, 1985. – 118 с.

17. Кулагин, Ю.З. Лесообразующие виды, техногенез и прогнозирование / Ю.З. Кулагин. – М: Наука, 1980. – 116 с.

18. Лесная энциклопедия. Т.1 Абелия – Лимон. – М.: Советская энциклопедия, 1985. – 563 с.

19. Лесная энциклопедия. Т.1 Лимонник – Ящерицы. – М.: Советская энциклопедия, 1986. – 631 с.

20. Мартьянов, Н.А. Широколиственно-хвойные леса Уфимского плато: фитоценотическая характеристика и возобновление / Н.А. Мартьянов, А.А. Баталов, А.Ю. Кулагин – Уфа: Гилем, 2002. – 222 с.

21. Методы изучения лесных сообществ / Е.Н. Андреева, И.Ю. Баккал, В.В. Горшков и др. – СПб.: НИИХимии СПбГУ, 2002. – 240 с.

22. Морозов, Г.Ф. Учение о лесе / Г.Ф. Морозов. – М.-Л.: Гослесбумиздат, 1949. – 455 с.

23. Определитель высших растений Башкирской АССР. Т.1. – М.: Наука, 1988. – 316 с.

24. Определитель высших растений Башкирской АССР. Т.2. – М.: Наука, 1989. – 375 с.

25. Печаткин, В.В. Современные проблемы эколого-экономической оценки лесов Республики Башкортостан / В.В. Печаткин, Ф.Н. Гарипов, А.Ю. Кулагин – Уфа: Гилем, 2005. – 130с.

26. Попов, Г.В. Леса Башкирии (их прошлое, настоящее и будущее) / Г.В. Попов. – Уфа: Башкнигиздат, 1980. – 144 с.

27. Путенихин, В.П. Цивилизация деревьев / В.П. Путенихин. – Уфа, 2007. – 135 с.

28. Реестр особо охраняемых природных территорий Республики Башкортостан. – Уфа: Гилем, 2006. – 414 с.

29. Сукачев, В.Н. Программа и методика биогеоценологических исследований / В.Н. Сукачев. – М.: Наука, 1966. – 333 с.

30. Усманов, И.Ю. Экологическая физиология растений: Учебник / И.Ю. Усманов, З.Ф. Рахманкулова, А.Ю. Кулагин. - М.: Логос, 2001. – 224 с.

31. Smith, W.H. Air Pollutions and Forests. Inveration between Air Contaminants and Forest Ecosystems. – New York e.a.: Springer, 1981. – 381 p.

ИНТЕРНЕТ РЕСУРСЫ

32. http://forestry.chat.ru/	Сайт лаборатории лесоведения Уфимского института биологии РАН
33 http://www.mnr.gov.ru/	Сайт Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации
34. http://www.rosleshoz.gov.ru/	Сайт Федерального агентства лесного хозяйства Российской Федерации
35. http://rpn.gov.ru/	Сайт Федеральной службы по надзору в сфере природопользования Российской Федерации
36. http://www.rcfh.ru/	Сайт Федерального бюджетного учреждения Российский центр защиты леса
37. https://ecology.bashkortostan.ru/	Сайт Министерства природопользования и экологии Республики Башкортостан
38. https://forest.bashkortostan.ru/	Сайт Министерства лесного хозяйства Республики Башкортостан)
39. http://bashkortostan.rcfh.ru/	Сайт Центра защиты леса Республики Башкортостан
40. http://rpnrb.ru/	Сайт управления Федеральной службы по надзору в сфере природопользования по Республике Башкортостан
41. http://forest.geoman.ru/	Сайт Лесной энциклопедии

ГЛАВА 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЛЕСОВ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН

Республика Башкортостан характеризуется многообразием природных условий и ресурсов, что обусловлено ее физико-географическим положением.

Увалисто-холмистые равнины Башкирского Предуралья занимают 2/3 площади республики, горный Башкирский Урал – более 1/4, а грядово-мелкосопочная полоса Башкирского Зауралья – менее 1/10. Находясь на стыке Европы и Азии, в переходной полосе от Восточно-Европейской равнины к Уральским горам и от них к Западно-Сибирской равнине, Башкортостан в своей природе сочетает черты прилегающих обширных разнородных пространств. Растительный и животный мир представляет собой пеструю смесь волжско-камских, уральских и сибирско-казахстанских видов. Территория Республики входит в пределы 4 географических зон умеренного пояса: смешанных лесов, широколиственных лесов, лесостепную, степную. Существенную роль в формировании различных географических зон играют Уральские горы, которые протянулись широкой полосой с северной до южной границ Республики Башкортостан. Они предопределили проникновение лесной зоны далеко на юге, вглубь лесостепей и степей.

Лесной фонд**,** составляющий более 1/3 территории. Богатый ассортимент древесных пород формирует сложные по составу древостои, а в жестких лесорастительных условиях малое число лесообразующих пород компенсируется чрезвычайно широким набором типов леса и разнообразием типов условий местопроизрастания, обусловленными вертикальной поясностью растительности. Здесь представлены практически все типы лесов, начиная от сфагновых и осоковых, заканчивая злаковыми и лишайниковыми, а в живом напочвенном покрове наблюдается обилие и пестрота растительности.

Основными лесообразователями в светлохвойных лесах являются сосна обыкновенная и лиственница Сукачева, в темнохвойных лесах – ель сибирская, пихта сибирская, в широколиственных – дуб черешчатый со спутниками и липа мелколистная, в мелколиственных – береза повислая и осина.

В центральной части Южного Урала преобладают сосновые, сосново-березовые леса. Они приурочены к восточным склонам Урала, а западные, более устойчивые, уступают широколиственным лесам.

Лесообразователями являются 20 пород. По занимаемой площади (%) они выстраиваются в следующей последовательности: береза (26,3), липа (20,8), осина (14,6), сосна (14,6), дуб (6,5), клен (5,3), ель (5,1), ольха серая (2,5), пихта (2,1), ильмовые (1,4), лиственница (0,6). В возрастном

отношении леса распределены (%) близко к нормальному: молодняки составляют 37, средневозрастные – 17, приспевающие – 24, спелые и перестойные – 22%.

Разнообразие лесорастительных условий обусловило широкий диапазон распределения насаждений по классам бонитета: здесь встречаются древостои от Ia до Va класса бонитетов, однако преобладают леса III класса бонитета. На их долю приходится 44,3% покрытой лесной растительностью площади. Насаждения II класса бонитета занимают 23,3, IV –22,2 , I – 4,5, V – 4,3, Va – 0,8 и Ia – 0,6%.

Полнота насаждений в среднем равна 0,64. Низкополнотные (0,3-0,4) занимают 11,7%, среднеполнотные (0,5-0,7) – 64,1%, высокополнотные (0,8-1,0) – 24,2% покрытой лесом площади. Наиболее низка полнота лиственничников, еловых и сероольховых насаждений. Самая высокая полнота в древостоях осины, в лесных культурах сосны. Средняя полнота равнинных лесов выше, чем горных, хотя в горных лесах высокая полнота древостоев неизмеримо ценнее, чем в равнинных.

В лесах сосредоточено 821,5 млн $м^3$ древесины, в т.ч. хвойные породы занимают 171,7 млн $м^3$. Расчетная лесосека по главному пользованию установлена в объеме 9,8 млн $м^3$, в т.ч. 0,8 млн $м^3$ по хвойному хозяйству (8,2%).

Согласно перечню лесорастительных зон и лесных районов Российской Федерации, утвержденного приказом МПР России № 68 от 28.03.2007 года, леса Республики Башкортостан располагаются в 3 зонах (зона хвойно-широколиственных лесов, лесостепная зона и степная зона) и 4 лесных районах (район хвойно-широколиственных лесов Европейской части Российской Федерации, куда отнесены Аскинское (Балтачевское), Бирское (Мишкинский, Бураевский), Дюртюлинское и Янаульское лесничества, лесостепной район европейской части Российской Федерации, куда отнесены 8 лесничеств, Южно-Уральский район – 23 лесничества и район степей европейской части Российской Федерации, куда отнесено лишь одно Стерлитамакское лесничество (рис.1.1).

1.1. ЗОНА ХВОЙНО-ШИРОКОЛИСТВЕННЫХ ЛЕСОВ

В этот район входят 4 лесничества: Аскинское (Балтачевский, Балтачевский сельский), Бирское (Бураевский, Мишкинский, Бураевский сельский, Мишкинский сельский), Дюртюлинское, Янаульское. Общая площадь земель лесного фонда (табл.1.1) составляет (га) 431 723 (7% от общей площади земель лесного фонда РБ), в т. ч. лесные земли – 408 587, из них покрытые лесной растительностью – 395 663, площадь защитных лесов – 256 552, эксплуатационных лесов – 175 171. Общий запас древесины 51 954 тыс. $м^3$ (6,3% от общего запаса древесины в РБ).

1.2. ЛЕСОСТЕПНАЯ ЗОНА

Здесь сосредоточена наибольшая часть лесов Республики – 5671,59 тыс. га, в т.ч. защитных – 2213,0 тыс.га. Кроме Южно-Уральского района (4713,1 тыс. га) в эту же зону входят леса г. Уфы (21,6 тыс. га) и Алкинского военного лесничества (5,5 тыс. га). Подробные изменения качественной и количественной оценки лесов приведены по лесничествам.

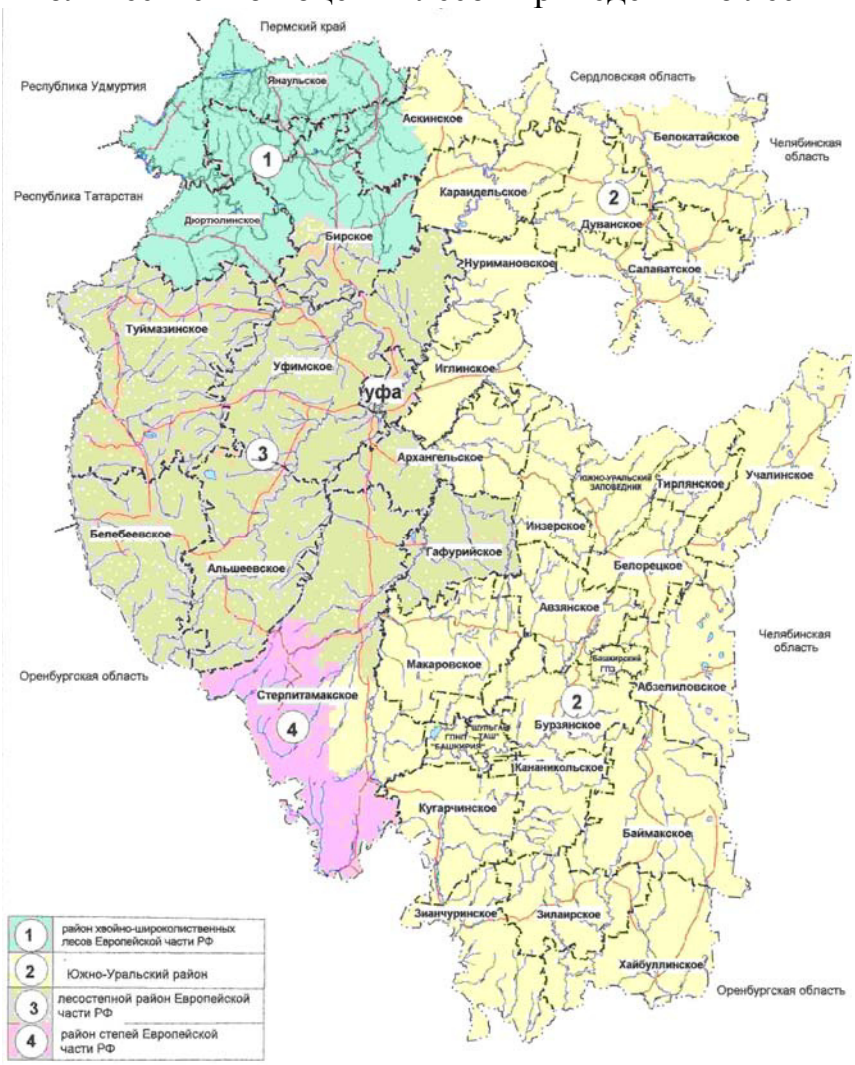


Рис. 1.1. Распределение лесничеств Республики Башкортостан по лесорастительным зонам и лесным районам

1.2.1. Лесостепной район европейской части РФ

В состав района входят Альшеевское, Архангельское (Кармаскалинское участковое лесничество), Белебеевское, Бирское (Бирское, Бирское сельское лесничества), Гафурийское, Стерлитамакское (Аургазинское и Стерлитамакское участковые лесничества), Туймазинское и Уфимское лесничества. Общая площадь земель лесного фонда (табл.1.2) в лесостепной зоне составляет 958488 га (16% от общей площади земель

лесного фонда республики), в т.ч. покрытая лесом площадь – 884525,0 га, площадь защитных лесов – 494373 га, площадь эксплуатационных лесов – 464115 га. Общий запас древесины 128949,9 тыс. м^3 (16% от общего запаса древесины по республике).

Таблица 1.1

Изменение площади земель лесного фонда и запаса древесины за 2003–2007 гг. в районе хвойно-широколиственных лесов

Показатели	2003 г.	2007 г.	Разница против предшествующего года учета		
			-	+	%
Общая площадь земель лесного фонда, га	342 649	431 723		89 074	25,9
Покрытые лесной растительностью, га	304 784	395 663		90 879	29,8
в т. ч. с преобладанием:					
- хвойных пород	101 403	121 586		20 183	19,9
из них молодняков в возрасте до 20 лет	63 583	75 985		12 402	19,5
- твердолиственных пород	13 855	21 455		7 600	54,9
из них молодняков	2 657	2 729		72	2,7
- мягколиственных пород	186 397	248 205		60 808	32,6
из них молодняков	38 687	40 880		2 193	5,7
Запас древесины общий, тыс. м^3	41748,8	51954,2		10 205,2	24,4
в т.ч. спелых и перестойных лесов	11 926,2	14 000,7		2 074,5	17,4
Из общего запаса древостои с преобладанием:					
- хвойных пород	14 288,1	15 595,1		1 307	9,1
из них спелых и перестойных	1 286,4	1 488,7		202,3	15,7
- твердолиственных пород	15 57,5	2 269,1		711,6	45,7
- мягколиственных пород	25 866,9	33 062,4		7 195,5	27,8
Лесные культуры, га	73 531	87 762		14 231	19,4
Фонд лесовосстановления, га	11 294	9 527	1 767		15,6

1.3. ГОРОДСКИЕ ЛЕСА

Покрытые лесной растительностью земли занимают 94,1%, непокрытые – 1,7% общей площади (табл.1.3). Естественные леса города – типичные широколиственные. Основными лесообразующими древесными породами лесного массива являются липа, дуб низкоствольный, ольха черная и осина, успешно произрастают в искусственно созданных культурах тополь, ясень, сосна и ель.

В числе подлесочных пород обычны лещина, черемуха, ива кустарниковая, бересклет бородавчатый, встречается крушина

слабительная, шиповник. Вследствие частых рубок они утратили свой первоначальный облик, а породный состав их замещен вторичными формациями. Тем не менее, леса зеленой зоны отличаются значительным своеобразием.

Таблица 1.2

Изменение площади земель лесного фонда и запаса древесины в лесостепной зоне за 2003–2007 гг.

Показатели	2003г.	2007г.	Разница против предшествующего года учета		
			-	+	%
Общая площадь земель лесного фонда, га	909 046,0	958 488,0		49 442,0	5
Покрытые лесной растительностью	832 568,0	884 525,0		51 957,0	6
в том числе с преобладанием:					
Хвойных пород	99 274,0	107 373,0		8 099,0	8
хвойных молодняков	77 186,0	84 705,0		7 519,0	10
Твердолиственных пород	13 1011,0	138 447,0		7 436,0	6
твердолиственных молодняков	6 398,0	6 725,0		327,0	5
Мягколиственных пород	593 270,0	627 279,0		34 009,0	6
из них молодняков	74 710,0	82 116,0		7 406,0	10
Запас древесины общий, тыс.куб. м	123 524,1	128 949,9		5 425,8	4
в том числе спелых и перестойных лесов	49 114,1	50 330,3		1 216,2	2
из общего запаса древостои с преобладанием:					
Хвойных пород	11 956,7	12 395,6		438,9	4
из них спелых и перестойных	1 425,0	1 389,3	35,7		3
Твердолиственных пород	16 914,1	17 735,0		820,9	5
Мягколиственных пород	94 472,9	98 608,0		4 135,1	4
Лесные культуры, переведенные в покрытые лесной растительностью земли, га	103 587,0	116 378		12 791	12
Несомкнувшиеся лесные культуры, га	13 293,0	12 658,0	635,0		4,8
Фонд лесовосстановления, га (тыс.га)	6 376,0	6 155	221		3

Здесь проходят границы ареала ряда широколиственных пород: дуба, ильма, вяза, липы, клена, лещины и опускаются юго-западные границы естественного распространения пихты и ели. Травянистая растительность представлена овсяницей, мятликом, пыреем, тысячелистником, осотами, земляникой, манжеткой и др. На заболоченных местах встречаются осоки, ситники и камыши, на пахотных участках и сенокосных угодьях – сорняки (пырей ползучий, вьюнок полевой, сурепка обыкновенная, бодяк желтый и др.), а на поймах произрастают представители 66 семейств папоротникообразных, голосеменных и цветковых растений; из 655 видов высших растений – 35 отнесены к числу редких и исчезающих. На территории городских лесов преобладают крапиво-таволговые типы леса,

которые составляют 57% от общей площади. Разнотравные типы леса занимают – 32,6%, осоко-сфагновые – 8,8%, а злаковые всего 1,6%. Преобладающими являются мягколиственные насаждения, составляющие 63,3% от покрытой лесом площади. Они представлены (%): липой – 54,4, ольхой черной – 17,8, березой – 8,1, осокорем – 7,1, тополями – 6,0, ивой (д) – 3,6, осиной – 2,6, ольхой серой – 0,4 (табл.1.4).

Таблица 1.3

Распределение общей площади городских лесов по категориям земель

Категории земель	Всего	
	площадь, га	%
Общая площадь лесного фонда	21 576	100,0
Лесные земли, всего	20 779	96,3
Покрытые лесом, всего в т. ч. продуктивные	20 307 20 307	94,1 94,1
из них лесные культуры	2 892	13,4
Несомкнувшиеся лесные культуры	57	0,3
Лесные питомники, плантации	35	0,2
Редины естественные	2	-
Не покрытые лесом, всего	378	1,7
в т.ч. - гари, погибшие насаждения		
- вырубки	7	-
- прогалины, пустыри	371	1,7
Нелесные земли, всего	797	3,7
в т.ч. – пашни		
- сенокосы	43	0,2
- пастбища		
- воды	149	0,7
- дороги, просеки	124	0,6
- ландшафтные поляны, усадьбы и др.	48	0,2
- болота	362	1,7
- прочие земли	71	0,3

Твердолиственные насаждения составляют 27,3% и представлены: дубом низкоствольным – 42,0, ильмовыми – 39,5, ясенем – 9,8, кленом – 5,3 и дубом высокоствольным – 3,4. Хвойные насаждения составляют 4,2%, в т.ч. сосна – 51,3%, ель – 33,7%, лиственница – 14,7% и кедр – 0,3%. Прочие породы и кустарники занимают 5,2%. Лесной фонд характеризуется неравномерной возрастной структурой (%) по всем группам пород (молодняки – 5,4; средневозрастные – 42,1; приспевающие – 20,1; спелые и перестойные – 32,4%). Наблюдается накопление площади приспевающих, спелых и перестойных насаждений на 52,5%. Это вызвано разрешением проведения в городских лесах только рубок ухода и санитарных рубок.

Наиболее широко распространены в пойменных условиях липняки с участием в составе дуба, вяза и осины, на плакорных – дуба, клена

остролистного, осины и реже березы. Их средний возраст 74 года, класс бонитета II,8, полнота 0,62, запас на 1 га 252 м^3. Это вторичные одновозрастные леса порослевого происхождения.

Таблица 1.4

Средние таксационные показатели городских насаждений
Уфимского промышленного центра

Преобладающая порода		Средние таксационные показатели						
		возраст	класс бонитета	полнота	запас, м^3/га		прирост м^3/га, год	
					покрытых лесом земель	спелых и перестойных	средний	текущий
Сосна	9С 1Б+Л,Е	54	1а,5	0,80		278	4,6	5,1
Ель	6Е 1В 1ЛП 2ОС	26	2,2	0,75		81	1,7	2,1
Лиственница	7Л 1С 1Е 1Б	46	1а,8	0,80		246	4,3	4,9
Кедр	7К 2Е 1С	40	2,4	0,73		130		
Дуб в/ств.	7Д 1В 1Я 1ЛП	53	1,8	0,71		192	2,8	2,9
Дуб н/ств.	6ДН 3ЛП 1В	83	2,5	0,55	187	188	2,0	1,9
Ясень	7Я 1В 1ЛП 1Т	39	1,9	0,72		150	2,7	2,9
Клен	6КЛ 2В 1ЛП 1ДН	41	3,3	0,63		112	2,2	2,4
Вяз	7В 1ЛП 1ДН 1ОСК	58	3,0	0,50	155	124	2,0	2,1
Ильм	6ИЛ 2КЛ 1ЛП 1В	45	3,0	0,56		114	2,2	2,5
Береза	8Б 1ОЛЧ 1ЛП	59	1,4	0,71	176	174	2,7	2,4
Осина	7ОС 2ЛП 1В	53	2,0	066	182	153	2,3	2,3
Ольха (с)	8ОЛС 1В 1ЛП	37	3,0	0,51		75	1,6	1,6
Ольха (ч)	9ОЛЧ 1В	64	2,7	0,59	125	124	1,9	1,6
Липа	7ЛП 2ДН 1В	74	2,8	0,62	252	241	3,1	2,3
Тополь культуры	9ТК 1В	45	2,8	0,68	322	275	5,4	5,4
Тополь (бальз)	8ТБ 1ИВ 1КЛ	30	3,3	0,66		128	2,8	2,8
Осокорь	8ОСК 1ИВ 1В	61	3,0	0,53	253	236	3,9	3,5
Ива др.	8ИВ 1ОСК 1В	38	3,2	0,56	235	168	4,1	4,4
Орех манжурский		57	2,0	0,70		183		
Бархат амурский		49	3,0	0,80		118		
Рябина		10	3,0	0,70		20		
Черемуха		21	2,8	0,52		37		
Яблоня		20	4,0	0,74		14		
Ива куст.		10	4,0	0,52	11	11		
Акация желтая		15	4,0	0,60	25	25		
ВСЕГО	3ЛП 2В 1ДН 1ОЛЧ 1Б 1ТК 1ОСК	62	2,6	0,60	192	185	2,7	2,4

Наиболее высокие запасы на 1 га спелых и перестойных древостоев имеются в левобережье р. Белой. Он значительно выше среднего запаса липняков Башкортостана. Средний прирост также превосходит таковой по республике.

Преобладающими типами березовых насаждений являются снытьевые, злаковые, осоковые и крапивные. Какой-либо закономерности в распределении березняков по рельефу, типам почв не прослеживается. Большим непостоянством в территориальном размещении характеризуются осинники. Им свойственен быстрый рост и широкая приспособляемость к различным генетическим типам почв.

Отдельными куртинами, иногда целыми массивами древостой осины встречаются на всех типах почв. Наиболее высокопродуктивные осинники приурочены к почвам аллювиального ряда. Существенное сокращение как площадей, так и их примеси в составе древостоев произошло у ильмовых. В будущем оно, очевидно, будет еще интенсивнее. Средняя полнота насаждений 0,6. Высокополнотные насаждения составляют – 15,4%, низкополнотные – 38,6%. Преобладают насаждения с полнотами 0,5–0,7, они составляют 74,8%. Наиболее продуктивны в условиях пойм рек Белой, Уфы и Демы насаждения осокоря: их запасы в возрасте 80–90 лет достигают 800–900 м^3 на 1 га.

Наиболее уникальные ландшафтные комплексы городских лесов состоят из лесных культур (Курочкина гора, дендропарк им.Рутто), в которых использован весь комплекс ландшафтного паркоустройства и садово-паркового строительства.

В них сосредоточен весь передовой опыт лесокультурного производства, впервые разработаны и внедрены варианты облесения крутосклонов, создания подпологовых и разновозрастных культур с использованием законов ландшафтной архитектуры культур, обладающих высокими древесной, биологической и экологической продуктивностями, испытаны как интродуцированные породы (бархат амурский, орех манчжурский, многие виды тополей), так и виды древесных пород местной (башкирской) селекции (пирамидальный тополь Березина-Левашова) исключительной повышенной продуктивности.

Лишь около 5% из всех созданных культур по состоянию оцениваются как неудовлетворительные. Несмотря на опытный характер создаваемых культур, гибель их незначительна – 68,5 га.

Экологическое состояние лесов удовлетворительное. Произрастание на избыточно увлажненных почвах (2 984 га) значительной части насаждений отражается на санитарном состоянии древостоев, вносят свой «вклад» садоводческие кооперативы и населенные пункты (424 га), тем не менее площади деградированных насаждений отсутствуют, хотя запас мертвого леса значительный (до 5,6 м^3/га).

1.4. ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ РАЙОН

В состав района входят 23 лесничества: Абзелиловское, Авзянское, Архангельское (Архангельский, Архангельский сельский), Аскинское (Аскинский), Баймакское, Белокатайское, Белорецкое, Бурзянское, Дуванское, Зианчуринское, Зилаирское, Иглинское, Инзерское, Кананикольское, Караидельское, Кугарчинское, Макаровское, Нуримановское, Салаватское, Стерлитамакское, Тирлянское, Учалинское, Хайбулинское. Общая площадь земель (табл. 1.5) составляет 4 713 116 га (76,6% от общей площади земель лесного фонда РБ), в т.ч. покрытые лесной растительностью – 4 197 386.

Таблица 1.5

Изменение площади земель лесного фонда и запаса древесины Южно-уральского района за период 2003–2007 гг.

Показатели	2003г.	2007г.	Разница против предшествующего года учета		
			-	+	%
Общая площадь земель, га	4 487 809	4 713 116		225 307	5,0
Покрытые лесной растительностью, га	3 976 816	4 197 386		220 570	5,5
в том числе с преобладанием:					
- хвойных пород	829 222	1 027 019		197 797	23,8
из них молодняков	388 037	382 901	5 136		1,3
- твердолиственных пород	290 262	326 014		35 752	12,3
из них молодняков	9 466	9289	177		1,9
- мягколиственных пород	2 617 097	2 860 329		243 232	9,3
из них молодняков	272 424	244 941	40 965		10,1
Запас древесины общий, тыс. $м^3$	607 461,1	634 668		27 206,9	4,5
в т.ч. спелых и перестойных лесов	320 697,1	355 411,6		34 714,5	10,8
из общего запаса древостои с преобладанием:					
- хвойных пород	133 292,4	143 612,5		103 20,1	7,7
из них спелых и перестойных	51 725,1	66 328,3		14 603,2	28,2
- твердолиственных пород	38 130,8	36 705,4	1 425,4		3,7
- мягколиственных пород	380 580,6	395 963,7		15 383,1	4,0
Несомкнувшиеся лесные культуры, га	56 415	41 212	15 203		26,9
Фонд лесовосстановления, га	19 488	33 964		14 476	74,2

Площадь земель лесного фонда составляет 4 330 220 га, площадь особо охраняемых природных территорий – 382 896 га. Общая площадь защитных лесов – 1 774 949, эксплуатационных лесов – 2 938 167. Общий запас древесины – 634 668 тыс. $м^3$, что составляет 77,3% от общего запаса республики.

1.5. СТЕПНАЯ ЗОНА

1.5.1. Район степей европейской части РФ

В состав степной зоны входят Куюргазинское, Стерлибашевское участковые лесничества Стерлитамакского лесничества. Общая площадь лесного фонда лесничества (табл.1.6) составляет 48 798 га (0,8% от общей площади лесного фонда республики), лесопокрытая площадь – 43 904 га. Общий запас древесины составляет 5 920 тыс. м^3 (0,7% от общего запаса древесины по республике). Площадь защитных лесов составляет 28 332 га, а площадь эксплуатационных лесов – 20 466 га.

Таблица 1.6

Изменение площади земель лесного фонда и запаса древесины степной зоны за 2003–2007 гг.

Показатели	2003	2007	Динамика	%
Общая площадь земель лесного фонда, га	48 798	48 798	0	0,0
Покрытые лесной растительностью	43 638	43 904	266	0,6
в том числе с преобладанием:				
Хвойных пород	2 620	2 868	248	9,5
из них: сосна	2 220	2 468	248	11,2
ель, пихта	31	31	0	0,0
хвойных молодняков до 20 лет	2 447	2 701	254	10,4
Твердолиственных пород	15 779	15 735	-44	-0,3
из них: дуб высокоствольный	162	162	0	0,0
дуб низкоствольный	14 300	14 254	-46	-0,3
твердолиственных молодняков до 20 лет	787	801	14	1,8
Мягколиственных пород	24 937	24 999	62	0,2
из них молодняков до 20 лет	2 735	2 907	172	6,3
Запас древесины общий, тыс. м^3	5 926,9	5 920,2	-6,7	-0,1
в том числе спелых и перестойных лесов	870,1	874,4	4,3	0,5
из общего запаса древостои с преобладанием:				
Хвойных пород	301,9	308,5	6,6	2,2
Твердолиственных пород	1 856,8	1 850,7	-6,1	-0,3
Мягколиственных пород	3 768,2	3 757,6	-10,6	-0,3
Лесные культуры, переведенные в покрытые лесной растительностью земли	4 620	4 924	304	6,6
Несомкнувшиеся лесные культуры, га	479	452	-27	-5,6
Фонд лесовосстановления, га	417	229	-188	-45,1

Вопросы для самоконтроля:

1. Сколько лесообразователей произрастает на территории Республики Башкортостан?
2. Каковы особенности лесов зоны хвойно-широколиственных лесов Республики Башкортостан?
3. Каковы особенности лесов лесостепной зоны Республики Башкортостан?
4. Каковы особенности лесов степной зоны Республики Башкортостан?
5. Какова специфика городских лесов и в чем особенность их породного и возрастного состава?
6. Как распределяются лесничества по территории Республики Башкортостан?

ГЛАВА 2. ХАРАКТЕРИСТИКА ЛЕСООБРАЗУЮЩИХ ВИДОВ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН

2.1. Таксономический список древесно-кустарниковых видов Республики Башкортостан

На территории республики в естественных местообитаниях произрастает 79 видов древесных и кустарниковых растений. Ниже приводится список основных видов древесно-кустарниковых растений, которые можно встретить в Республике Башкортостан.

Семейство Сосновые (*Pinaceae* Lindl.):

лиственница Сукачева (*Larix sukaczewii* Dyl.);
сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.);
ель сибирская (*Picea obovata* Ledeb.);
пихта сибирская (*Abies sibirica* Ledeb.).

Семейство Кипарисовые (*Cupressaceae* Bartl.):

можжевельник казацкий (*Juniperus sabina* L.);
можжевельник обыкновенный (*Juniperus communis* L.);
можжевельник сибирский (*Juniperus sibirica* Burgsd.).

Семейство Ивовые (*Salicaceae* Mirbel):

тополь дрожащий (*Populus tremula* L);
тополь черный (*Populus nigra* L);
тополь белый (*Populus alba* L);
тополь сероватый (*Populus alba* × *Populus nigra* L);
ива розмаринолистная (*Salix rosmarinifolia* L.);
ива шерстистопобеговая (*Salix dasyclados* Vimm.);
ива корзиночная (*Salix viminalis* L.);
ива Виноградова (*Salix vinogradowii* A. Skvorts.);
ива трехтычинковая (*Salix triandra* L.);
ива остролистная (*Salix acutifolia* Willd.);
ива белая (*Salix alba* L.);
ива ломкая (*Salix fragilis* L.);
ива чернеющая (*Salix myrsinifolia* Salisb.);
ива черничная (*Salix myrtilloides* L.);
ива арктическая (*Salix arctica* Pall.);
ива деревцевидная (*Salix arbuscula* L.);

ива филиколистная (*Salix phylicifolia* L.);
ива Старке (*Salix starkeana* Willd.);
ива копьевидная (*Salix hastata* L.);
ива серо-голубая (*Salix glauca* L.);
ива пятитычинковая (*Salix pentandra* L.);
ива грушанколистная (*Salix pyrolifolia* Ledeb.);
ива шерстистая (*Salix lanata* L.);
ива лапландская (*Salix lapponum* L.);
ива козья (*Salix caprea* L.);
ива ушастая (*Salix aurita* L.);
ива пепельная (*Salix cinerea* L.);
ива Бебба (*Salix bebbiana* Sarg.).

Семейство Березовые (*Betulaceae* S.F. Gray.):

лещина обыкновенная (*Corylus avellana* L.);
ольха черная (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.);
ольха серая (*Alnus incana* (L.) Moench.);
береза низкая (*Betula humilis* Shrank);
береза повислая (*Betula pendula* Roth);
береза пушистая (*Betula pubescens* Ehrh.);
береза извилистая (*Betula tortuosa* Ledeb.).

Семейство Буковые (*Fagaceae* Dumort.):

дуб черешчатый (*Quercus robur* L.).

Семейство Ильмовые (*Ulmaceae* Mirb.):

вяз гладкий (*Ulmus laevis* Pall.);
вяз шершавый (*Ulmus glabra* Huds.).

Семейство Кленовые (*Aceraceae* Juss.):

клен ясенелистный (*Acer negundo* L.);
клен остролистный (*Acer platanoides* L.).

Семейство Липовые (*Tiliaceae* Juss.):

липа мелколистная, сердцелистная (*Tilia cordata* Mill.).

Семейство Жимолостные (*Caprifoliaceae* Juss.):

бузина сибирская (*Sambucus sibirica* Nakai);
калина обыкновенная (*Viburnum opulus* L.);
жимолость татарская (*Lonicera tatarica* L.);
жимолость алтайская (*Lonicera altaica* Pall. ex. DC.);
жимолость обыкновенная (*Lonicera xylosteum* L.).

Семейство Волчеягодниковые (*Thymelaeaceae* Juss.):

волчеягодник обыкновенный (*Daphne mezereum* L.).

Семейство Кизиловые (*Cornaceae* Dumort.):

свидна белая, дерен татарский (*Swida alba (*L.) Opiz).

Семейство Вересковые (*Ericaceae* Juss.):

багульник (*Ledum palustre* L.).

Семейство Крушинные (*Rhamnaceae* Juss.):

жестер слабительный (*Rhamnus cathartica* L.);
крушина ломкая (*Frangula alnus* Mill.).

Семейство Бересклетовые (*Celastraceae* R.Br.):

бересклет бородавчатый (*Euonymus verrucosa* L.).

Семейство Барбарисовые (*Berberidaceae* Juss.):

барбарис обыкновенный (*Berberis* L.);

Семейство Крыжовниковые (*Grossulariaceae* Dc.):

смородина черная (*Ribes nigrum* L.);
смородина золотистая (*Ribes aureum* Pursh);
смородина красная (*Ribes rubrum* L.);
смородина щетинистая (*Ribes hispidulum* (Jancz.) Pojark);
крыжовник обыкновенный (*Grossularia reclinata* (L.) Mill.).

Семейство Розовые (*Rosaceae* Juss.):

кизильник одноцветковый (*Cotoneaster uniflorus* Bunge);
кизильник черноплодный (*Cotoneaster melanocarpus* Fisch. ex Blytt);

яблоня лесная (*Malus sylvestris* Mill.);
рябина обыкновенная (*Sorbus aucuparia* L.);
рябина сибирская (*Sorbus sibirica* Hedl.);
боярышник кроваво-красный (*Crataegus sanguinea* Pall.);
курильский чай кустарниковый (*Pentaphylloides fruticosa* (L.) O. Schwarz);
миндаль низкий (*Amygdalus nana* L.);
вишня кустарниковая (*Cerasus fruticosa* Pall.);
черемуха обыкновенная (*Padus avium* Mill.).

Семейство Бобовые (*Fabaceae* Lindl.):

ракитник русский (*Chamaecytisus ruthenicus* (Fisch. ex. Woloszcz.) Klaskova);
ракитник Цингера (*Chamaecytisus zingeri* (Nenuk.) Klaskova);
карагана кустарниковая, чилига (*Caragana frutex* (L.) C. Koch);
карагана древовидная, желтая акация (*Caragana arborescens* Lam.).

2.2. Основные лесообразователи Республики Башкортостан

Сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.) – дерево из рода Сосна (*Pinus*) семейства Сосновые (*Pinaceae*). Дерево высотой 25–40 м и диаметром ствола 0,5–1,2 м. Ствол прямой. Крона высоко поднятая, конусовидная, а затем округлая, широкая, с горизонтально расположенными в мутовках ветвями. Кора в нижней части ствола толстая, чешуйчатая, серо-коричневая, с глубокими трещинами. Отличительной чертой сосны обыкновенной является наличие удлиненных и укороченных побегов, но ассимилирующая хвоя образуется только на укороченных (рис.2.1).

Чешуйки коры образуют пластины неправильной формы. В верхней части ствола и на ветвях кора тонкая, в виде хлопьев (шелушится), оранжево-красная. Ветвление одномутовчатое. Побеги вначале зеленые, затем к концу первого лета становятся серо-светло-коричневыми. Почки яйцевидно-конусообразные оранжево-коричневые покрыты белой смолой чаще тонким, реже более толстым слоем. Хвоинки расположены по две в пучке, 4–6 см длиной, 1,5–2 мм толщиной, серо- либо сизовато-зеленые, как правило, слегка изогнутые, края мелкозубчатые, живут в среднем 2–6 лет. Верхняя сторона хвоинок выпуклая, нижняя желобчатая, плотная, с хорошо заметными голубовато-белыми устьичными линиями. У молодых деревьев хвоинки длиннее (5–9 см), у старых короче (2,5–5). Влагалище листа пленчатое, серое, 5–8 мм, с возрастом медленно разъедается до 3–4 мм. Мужские шишки 8–12 мм, желтые или розовые. Женские шишки 3–6

см длиной конусообразные симметричные или почти симметричные, одиночные или по 2-3 штуки. При созревании шишки матовые от серо-светло-коричневого до серо-зеленого; созревают в ноябре-декабре спустя 20 месяцев после опыления; открываются с февраля по апрель и вскоре опадают.

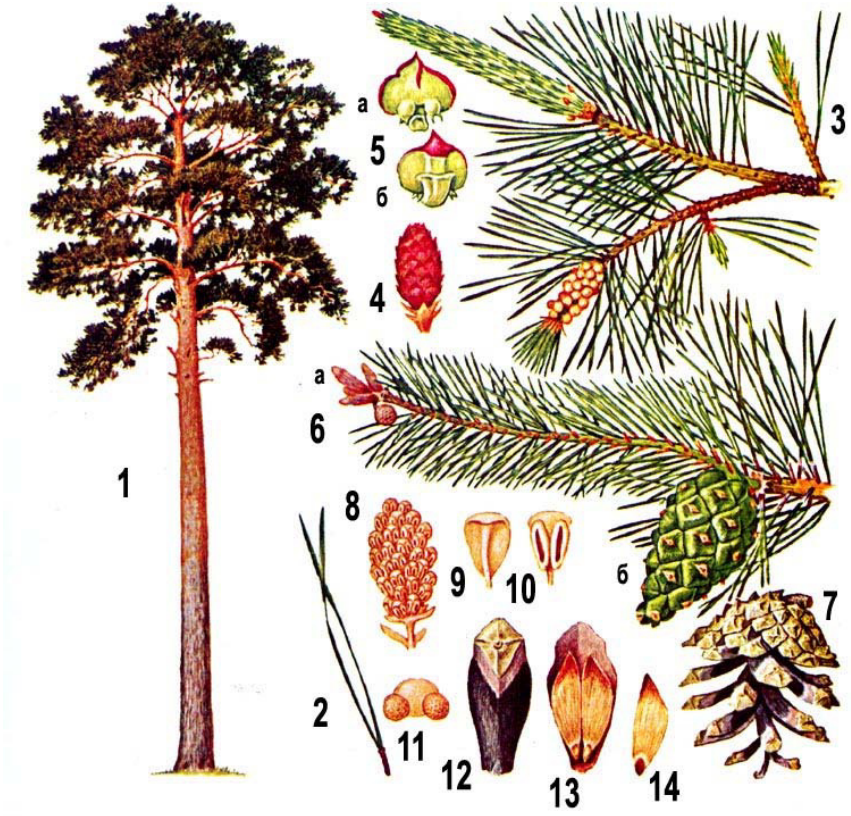


Рис.2.1. Сосна обыкновенная: 1 – общий вид дерева, 2 – укороченный побег с двумя хвоинками, 3 – ветвь с женскими и мужскими стробилами, 4 – женская шишечка, состоящая из макростробил, в момент цветения, 5 – макростробил (а – семенная чешуя с двумя семяпочками, б – кроющая и семенная чешуи), 6 – ветвь с зимующей шишечкой (а) и сформировавшейся шишечкой (б), 7 – раскрывшаяся зрелая шишка, 8 – мужской колосок, состоящий из макростробил, 9,10 – микроспорофилл, 11 – пыльца, 12 – одревесневшие семенные и кроющие чешуи с утолщённой верхушкой – щитком (апофизом), 13 – одревесневшая семенная чешуя с 2 крылатыми семенами, 14 – семя с крылышком

Чешуйки шишек почти ромбические, плоские или слабовыпуклые с небольшим пупком, редко крючковатые, с заостренной верхушкой. Семена черные, 4–5 мм, с 12–20-миллиметровым перепончатым крылом. В обычном равнинном сосновом лесу на 1 га ежегодно выпадает в среднем около 120 млн. семян, из них вырастает примерно 10 млн сеянцев, однако в столетнем сосняке на 1 га растет всего 500–600 деревьев.

Благодаря способности существовать в разнообразных экологических условиях (от крайнего Севера до субтропических районов)

сосна обыкновенная произрастает на обширном ареале на материке Евразия (рис.2.2).

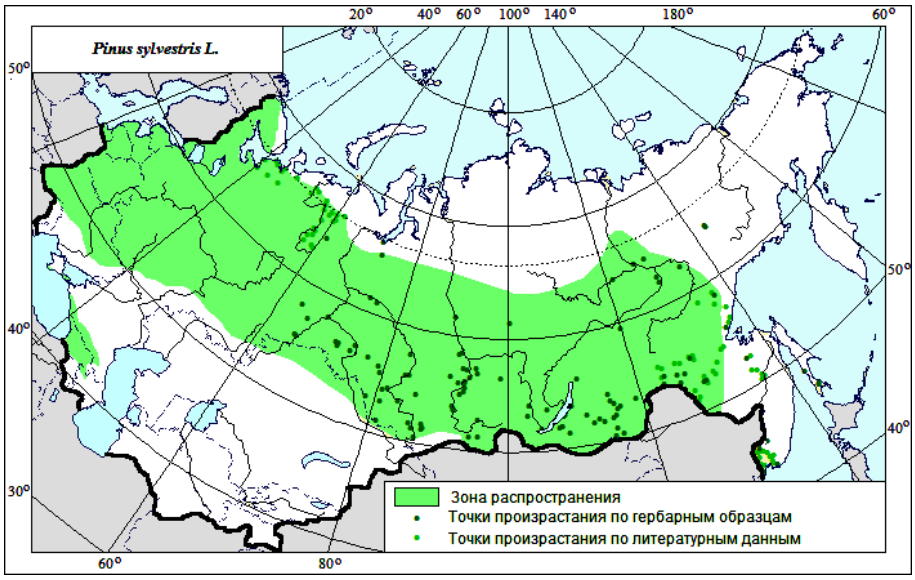


Рис.2.2. Ареал сосны обыкновенной в пределах территории бывшего СССР (Агроэкологический атлас России…, 2007)

В разных частях своего ареала сосна отличается по морфологическим, биологическим и эколого-физиологическим показателям. Сосна обыкновенная не требовательна к климату: без значительных повреждений переносит суровые зимы (до -50°С и более) в условиях резко континентального климата, а летом способна переносить сильную жару до +50°С. Растет не только в районах с резко различающимся тепловым режимом, но и в местностях с резко различающимися условиями увлажнения и влажности воздуха (с количеством осадков 300–700 мм в год с разной испаряемостью). Сосна устойчива к поздним весенним и ранним осенним заморозкам в период роста молодых побегов (выдерживает заморозки до -6°С). Сосна обыкновенная светолюбива, хорошо мирится с недостатком влаги в воздухе и в почве.

В Республике Башкортостан сосна обыкновенная в естественных условиях произрастает неравномерно (рис.2.3). Можно выделить четыре области с преобладанием или участием сосны: горные сосняки в пределах центральной части Южного Урала (включая западные и восточные склоны), сосняки в Предуралье (Бугульминско-Белебеевская возвышенность), изолированные участки на Уфимском плато и в Месягутовской лесостепи и сосновые леса в низовьях р. Белой и по р. Кама.

Разнообразие в природно-климатических условиях, сильная пересеченность местности, различная крутизна склонов и экспозиция, разнообразие литологического состава коренных и метаморфизированных

пород, высотная поясность в распределении растительности обусловливает значительную пестроту в составе и строении сосновых лесов.

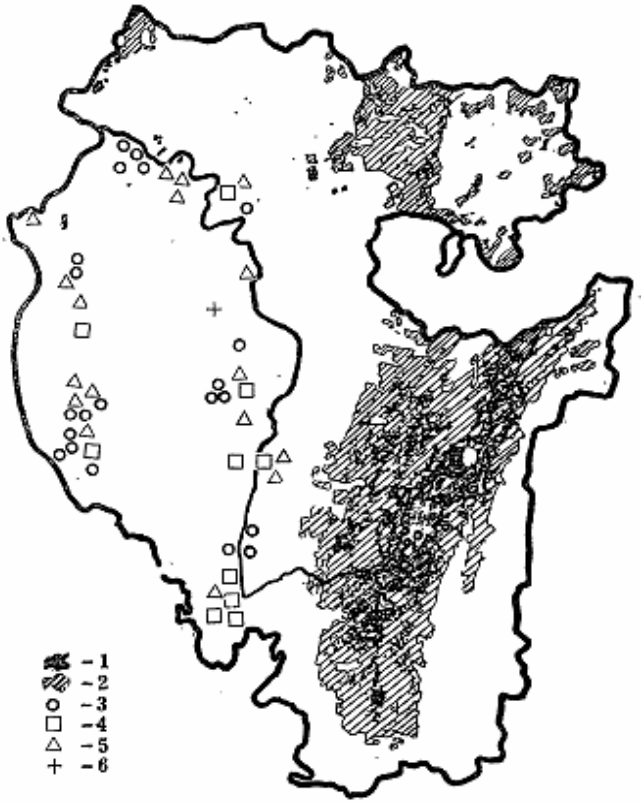


Рис.2.3. Карта распространения сосны обыкновенной в Республике Башкортостан: 1 – насаждения с преобладанием сосны; 2 – насаждения с участием сосны; 3 – островные обитания и одиночные деревья сосны; 4 – прошлые местообитания сосны, подтверждаемые историческими данными; 5 – местообитания сосны по топонимическим данным; 6 – обитания спутников сосны (кошачьи лапки – растения рода *Antennária*) (Попов, 1980).

Структура сосняков и особенности подпологового возобновления зависит от лесорастительных условий. В горных сосняках Южного Урала на формирование древостоя и особенности подпологового возобновления оказывает влияние пирогенный фактор. На популяционном уровне сосна обыкновенная в Предуралье и Южном Урале дифференцирована слабо, цитогенетическая изменчивость в популяции сосны обыкновенной на Южном Урале возрастает с усилением экстремальности условий произрастания.

В культурах сосна успешно произрастает в санитарно-защитных насаждениях промышленных центров Предуралья. Несмотря на постоянную загазованность в окрестностях нефтеперерабатывающих заводов наблюдается устойчивый рост и развитие лесных культур сосны обыкновенной.

Лиственница Сукачева (*Larix sukaczewii* Dyl.) – дерево из рода Лиственница (*Larix* Mill) семейства Сосновые (*Pinaceae*). Дерево высотой до 50 м с продолжительностью жизни до 300-500 лет. Ствол покрыт толстой глубоко-бороздчатой корой, внутренние слои имеют фиолетово-бурый цвет. Форма дерева – пирамидальная с конусовидной кроной (рис.2.4). Лиственница как ботанический вид сформировалась в условиях гор и континентального климата. Это определяет ее высокую требовательность к сухости воздуха, большому количеству тепла в период вегетации и устойчивость к низким температурам в зимний период. При достаточном количестве воды в почве эти условия определяют повышенную транспирацию и ассимиляцию лиственницы, способствуют быстрому росту, прямоствольности, устойчивости к заболеваниям. Лиственница Сукачева не требовательна к химическому составу почв, отмечается лишь предпочтение лиственницы к росту на почвах, содержащих известь.

Рис.2.4. Лиственница Сукачева: 1 – общий вид дерева (осенняя окраска), 2 – ростовой, или удлинённый, побег; 3 – ветвь с укороченными побегами и хвоей, с макро- и микростробилами, 4 – макростробилы: а – кроющая и семенная чешуи с семяпочками, б – кроющая чешуя; 5 – ветвь с укороченными побегами и хвоей, с микростробилами, 6 – микростробилы, 7 – сформировавшаяся шишка, 8 -– злая шишка, 9 – семя

Лиственница – светолюбивая порода, не выносит затенения, для ее выращивания нужны глубокие, свежие почвы с достаточным количеством

доступной влаги, с грунтовыми водами на глубине не менее 1,5–2,0 м, с хорошей аэрацией. Благоприятно на росте лиственницы сказывается жаркое лето, быстро сменяющее весну.

Хвоя лиственницы светло-зеленая узколинейная, у основания суженная, с тупой верхушкой, длиною 2–4 см, однолетняя. Побеги двух видов – удлиненные (ростовые) и укороченные. Удлиненные побеги покрыты хвоинками, расположенными спирально (очередно) и сидящими одиночно на выступах. Каждый укороченный побег несет на себе пучок в 20–60 хвоинок. Укороченные побеги живут 10–12 лет, затем отмирают. Молодые побеги имеют желтовато-бурую окраску, которая с возрастом темнеет. Почки у лиственницы мелкие, яйцевидной или полушаровидной формы, покрыты многочисленными чешуями.

Лиственница – однодомное раздельнополое растение. Мужские и женские цветки, собранные в колоски (шишки), появляются ранней весной, до распускания хвои, на одной и той же ветке и опыляются ветром: оплодотворение наступает через месяц. Мужские соцветия овально-шаровидные желтоватые, 5–10 мм длиной размещаются на безлистных укороченных побегах. Пыльца не имеет воздушных мешков и летит недалеко, чем отличается от других сосновых. Женские соцветия – бледно-зеленые, кремоватые и красно-фиолетовые шишечки, крупнее мужских, стоят вертикально на вершинках укороченных побегов, у основания окружены хвоей, переходящей в кроющие чешуйки, которые в момент цветения значительно превышают семенные. Мужские соцветия количественно преобладают и размещаются в нижних и средних частях крон. Женские шишки размещаются в средней и верхней части кроны. Семена лиственницы созревают в августе. Зрелые шишки опушенные с неплотно прилегающими семенными чешуями и незаметными кроющими, легко раскрывающими чешуями. Длина зрелой шишки 2,0–4,5 см. Шишки до вылета семян из них остаются висеть на дереве 3–4 года и даже до 10 лет. Семена лиственницы крылатые косо-обратнояйцевидные 3–6 мм длиной и 3-4 мм шириной, твердые серовато- или зеленовато-бурые. Крыло с одной стороны прямое, а с другой полого-закругленное, плотно прикрепленное к верхней части семени и к самому краю его нижней стороны и не отделяется от нее. У лиственницы Сукачева из всех лиственниц наиболее крупные семена: длина 4–7 мм, толщина 2,5–4,0 мм и вес 1000 шт. (без крылышек) 9–13 г.

Лиственница Сукачева впервые описана в 1845 г. Рупрехтом (Ruprecht, 1845), в 1913 г. Шафером (Szafer, 1913) и в 1924–1934 гг. В.Н.Сукачевым (1924) в ранге подвида климатипа лиственницы сибирской. В 1947 году выделена Н.В.Дылисом (1947) в самостоятельный вид. О видовой самостоятельности лиственницы Сукачева до настоящего времени идут дискуссии, хотя она описывается во многих дендрологических сводках и учебниках в качестве самостоятельного вида. Так, в Большой

Советской Энциклопедии в статьях «Породы древесные» (Мелехова, Любавская, 1975) и «Урал» (Мухин, 1977) есть упоминание о лиственнице Сукачева. Часть ученых-систематиков отвергает видовую самостоятельность лиственницы Сукачева. Так, Е.Г. Бобров (1978) в монографии «Лесообразующие хвойные СССР» считает, что лиственницы сибирская и Сукачева не могут быть разделены ни по морфологическим, ни по географическим, ни по ценотическим, ни по кариологическим признакам. В качестве весомых аргументов против выделения лиственницы Сукачева в качестве самостоятельного вида приводятся данные об отсутствии существенных генетических и кариологических различий между лиственницами Сукачева и сибирской (Милютин и др., 1995). Однако детальные генетические исследования показали, что структура изменчивости ядерных, хлоропластных и митохондриальных генетических маркеров подтверждает самостоятельность западной расы лиственницы сибирской – лиственницы Сукачева (Семериков, 2007). Так же на основании длительного изучения эколого-биологических (Дылис, 1947, 1981; Возяков, 1967; Свистун, 1970; Пугачев, 1973; Правдин, 1979; Путенихин, 1993, 2000; Путенихин и др., 2004) и лесоводственных особенностей (Тимофеев, 1961, 1977; Внедрение лиственницы..., 1968; Опыт выращивания..., 1976) лиственниц сибирской и Сукачева можно утверждать, что эти виды имеют существенные различия. Основное отличие в сроках созревания и вылета семян: у лиственницы сибирской шишки открываются и вылет семян происходит в конце августа – начале сентября, у лиственницы Сукачева – весной следующего года (как исключение в сухие годы с повышенной температурой воздуха наблюдается частичный лёт семян в августе – сентябре года цветения) (Дылис, 1947). Лиственница Сукачева и лиственница сибирская фенотипически дифференцированы по количественным признакам шишек, семенных чешуй и семян на уровне отдельных таксономических видов (Путенихин, 2000; Путенихин и др., 2004). Кроме того, рост побегов лиственницы сибирской начинается весной раньше на 4–5 дней, а семена созревают на 6–7 дней раньше по сравнению с лиственницей Сукачева. Всхожесть семян у лиственницы сибирской 60–80%, у лиственницы Сукачева – 25–60%. Начало осеннего пожелтения и опадения хвои у лиственницы сибирской наступает на 6–7 дней раньше. Требования к условиям роста также отличаются. Лиственница сибирская растет в высоту в течение вегетационного периода на 3–4 дня меньше и дает больший прирост в годы с жарким летом и низкой влажностью воздуха, очень чувствительна к экспозиции склонов – рост задерживается на склонах с плохим проветриванием и даже в незначительных понижениях. При интродукции лиственница Сукачева лучше растет в центральной части подзоны хвойно-широколиственных лесов и в лесостепной зоне.

Лиственница Сукачева произрастает в Северо-Восточной части РФ, на Урале и отчасти в Зауралье (рис.2.5).

Рис.2.5. Ареал лиственницы Сукачева в пределах территории бывшего СССР (Лесная энциклопедия, 1986)

Лиственница Сукачева в Предуралье и на Южном Урале (в пределах административных границ Республики Башкортостан) как по площади (43,2 тыс. га или 0,75% всей лесопокрытой площади республики), так и по запасу (около 6,5 млн. м3) занимает последнее место среди всех хвойных и лиственных лесообразующих пород. Основные площади и запасы лиственницы сосредоточены в двух лесорастительных районах: сосново-березовых лесах среднегорного Южного Урала и сосново-лиственнично-березовых лесах среднегорного восточного склона (рис.2.6).

Зоной наилучшего развития лиственницы в регионе являются те биотопы, в которых наиболее сильно проявляется континентальность климата, в остальных районах (более влажных и теплых) лиственницу вытесняют широколиственные и темнохвойные породы. В пределах Южного Урала лиственница произрастает на основных горных породах (перидотиты, змеевики, порфириты), на высокогорных участках (г.Иремель), в местах выходов углистых и глинистых сланцев, на Зилаирском плато тяготеет к выходам коренных пород с маломощными грубоскелетными некарбонатными почвами, к песчаникам и глинистым сланцам и избегает известняки, в пределах Уфимского плато встречается исключительно на теневых склонах с многолетней почвенной мерзлотой.

В остальных местообитаниях лиственницу вытесняют другие древесные растения: в пределах Южного Урала на кварцитах, гранитах и сланцах уступает позиции сосне обыкновенной, на Зилаирском плато не

выдерживает конкуренции ни с одной из древесных пород и её не вытесняют только из самых сухих и каменистых местообитаний, на Уфимском плато вытесняют в основном темнохвойные и широколиственные породы вследствие низкой всхожести семян и невысокой теневыносливости всходов.

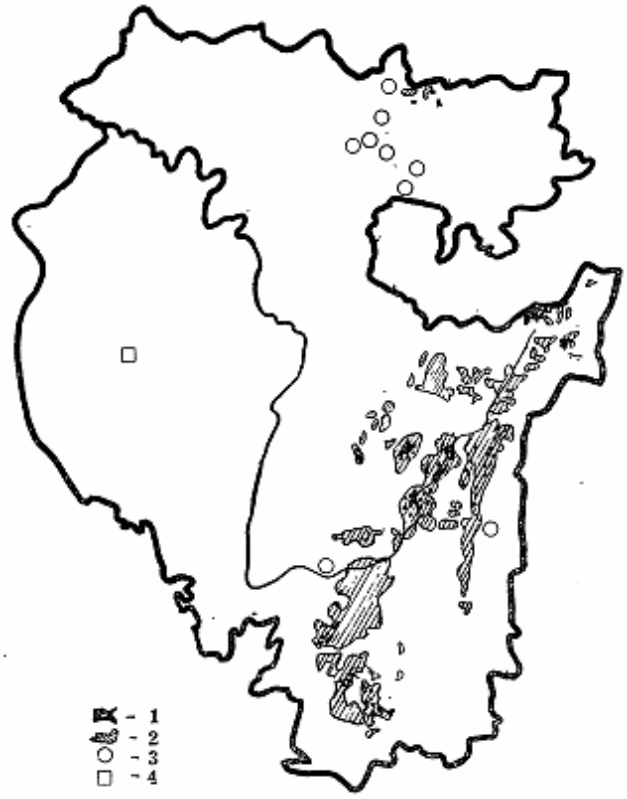


Рис.2.6. Карта распространения лиственницы Сукачева в Республике Башкортостан: 1 – насаждения с преобладанием лиственницы; 2 – насаждения с участием лиственницы; 3 – местообитания одиночных деревьев лиственницы; 4 – прошлые местообитания лиственницы, подтверждаемые историческими сведениями (Попов, 1980)

На Южном Урале установлено существование двух фитоценотических оптимумов лиственницы Сукачева: высокогорного предтундрового (1000–1200 м н.у.м.) и низкогорного серпентинитового, что обусловлено высокой зимостойкостью и засухоустойчивостью лиственницы и отсутствием конкуренции со стороны других древесных пород. Кроме того, лиственница Сукачева успешно произрастает в лесных культурах и в санитарно-защитных насаждениях промышленных центров Предуралья, Южного Урала и Зауралья.

Ель сибирская (*Picea obovata* Ledeb.) – дерево из рода Ель (*Picea* A. Dietr.), семейства Сосновые (*Pinaceae*). Ель сибирская – дерево первой величины, высотой не более 30 м, диаметром до 1 м и более. Живет до 300–500 лет. Крона узкая конусовидная с острой вершиной (рис.2.7). Кора

тонкая, красно-бурая или серая, отслаивается тонкими чешуйками. Побеги голые или с редкими волосками. Хвоя длиной до 2 см, четырехгранная или сплюснутая, на верхушке острая темно-зеленая. Световая хвоя жесткая колючая, теневая менее жесткая. «Цветет» ель сибирская на открытых местах с 15 лет, в лесу с 25–30 лет. Урожаи повторяются через 3–5, иногда 7 лет, в зависимости от района: чем севернее, тем реже. Мужские колоски до 2,5 см длиной красноватые располагаются на прошлогодних ветвях. Женские шишечки длиной 3–5 см, удлиненно-цилиндрические, вначале ярко-красные, позднее зеленые или красноватые, при созревании буреют. Созревают шишки в сентябре-октябре в год цветения.

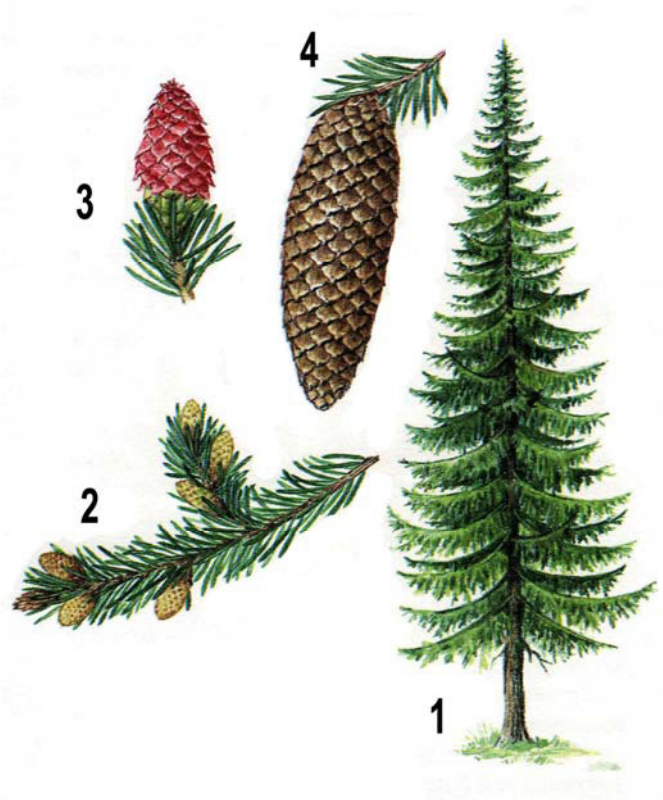


Рис.2.7. Ель сибирская: 1 – общий вид дерева, 2 – микростробилы, 3 – макростробил, 4 – зрелая шишка

Массовое выпадение семян наблюдается весной следующего года и заканчивается летом. Зрелые шишки длиной до 8 см с широкими копытообразными, почти цельнокрайними светло-коричневыми чешуйками. Семена продолговато-яйцевидные длиной 3–5 мм, шириной 2–2,5 мм, матовые темно-бурые или темно-коричневые, кончик вытянут в острие, которое часто бывает изогнуто. Крылышко светло-коричневое, длиной до 15 мм, легко отделяется от семени; после удаления его в крылышке остается ложкообразное углубление. Всхожесть семян около 85%, прорастают быстро. Всходы имеют 7–10 серповидно согнутых, трехгранных семядолей, которые сохраняются в течение 2–3 лет. В первые

два года хвоя плоская. Пазушные почки, появляющиеся впервые и второй год, не распускаются и остаются спящими. Только на 3–4 год у молодых елочек появляются боковые побеги, которые начинают ветвиться. Кроме семенного размножения, имеется способность ели к укоренению нижних ветвей. Рост ели в первые годы (до пяти лет) очень медленный. В первый год ель вырастает всего до 4–5см, к десяти годам достигает не более 1–2м. После 10-летнего возраста при благоприятных условиях дает значительные приросты, иногда достигающие одного метра в год. На возобновлении отрицательно сказывается задернение почвы злаками и периодические лесные пожары, которые особенно губительны именно для этой хвойной породы из-за ее поверхностной корневой системы, тонкой коры и низко опущенной кроны. Ель умеренно требовательна к плодородию и влажности почв (мезофит, мезотроф), по этим показателям превосходит сосну обыкновенную. Очень теневыносliва.

Ель сибирская распространена на севере и северо-востоке европейской части России, в Сибири. Встречается в Приамурье, Забайкалье, на Саянском хребте и на Алтае (рис.2.8).

Рис.2.8. Ареал ели сибирской в пределах территории бывшего СССР (Лесная энциклопедия, 1985)

Пихта сибирская (*Abies sibirica* Ledeb.) – дерево из рода пихта (*Abies* Mill.) семейства сосновые (*Pinaceae*). Дерево первой величины высотой до 30–40 м и 0,6–0,9 м в диаметре. Живет до 300 лет. Крона густая темно-зеленая узкопирамидальная, с низко спускающимися ветвями (рис.2.9). Почки залиты смолой, так что чешуек не видно. Кора темно-серая гладкая, на поверхности ее имеются желваки с душистой смолой. Хвоя длиной до 3 (5) см, шириной 1–1,5(2) мм, на верхушке притупленная, большей частью с выемкой; с верхней стороны темно-зеленая блестящая, с

нижней сизовато-зеленая, с двумя белыми полосками устьичных рядов. Держится на ветвях 10–12 лет. Пихта сибирская начинает цвести при свободном стоянии с 20–30 лет, в лесу с 60–70 лет. Обильные урожаи повторяются на Урале через 3–4 года. Цветет в мае-июне. Мужские колоски и женские шишечки развиваются на одном и том же дереве, но обычно на разных ветвях. Зрелые шишки длиной 5–9 см, шириной 2–4 см бурые смолистые. Семенные чешуйки широкие, с закругленным и мелко зазубренным верхним краем, при основании с короткой ножкой. Кроющие чешуйки едва достигают 1/2–1/3 длины семенных чешуек и снаружи шишек не заметны. Созревают шишки в конце августа, рассыпаются в начале осени. Семена длиной 5–7 мм светло-буро-желтые, с крылышком длиной около 10 мм. Всхожесть 50–60%.

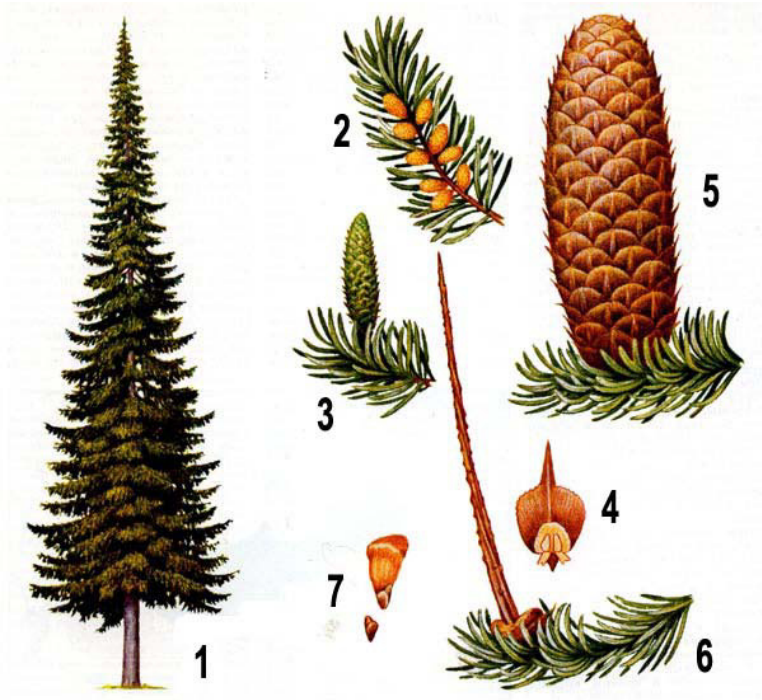


Рис.2.9. Пихта сибирская: 1 – общий вид дерева, 2 – ветвь с мужскими стробилами, 3 – ветвь с женскими стробилами, 4 – макростробил (семенная чешуя с двумя семяпочками), 5 – зрелая шишка, 6 – стержень распавшейся шишки, 7 – семя

Пихта сибирская встречается на северо-востоке европейской части России, в большей части лесной зоны Сибири, в Средней Азии, на Джунгарском Алатау и западном Тянь-Шане (рис.2.10).

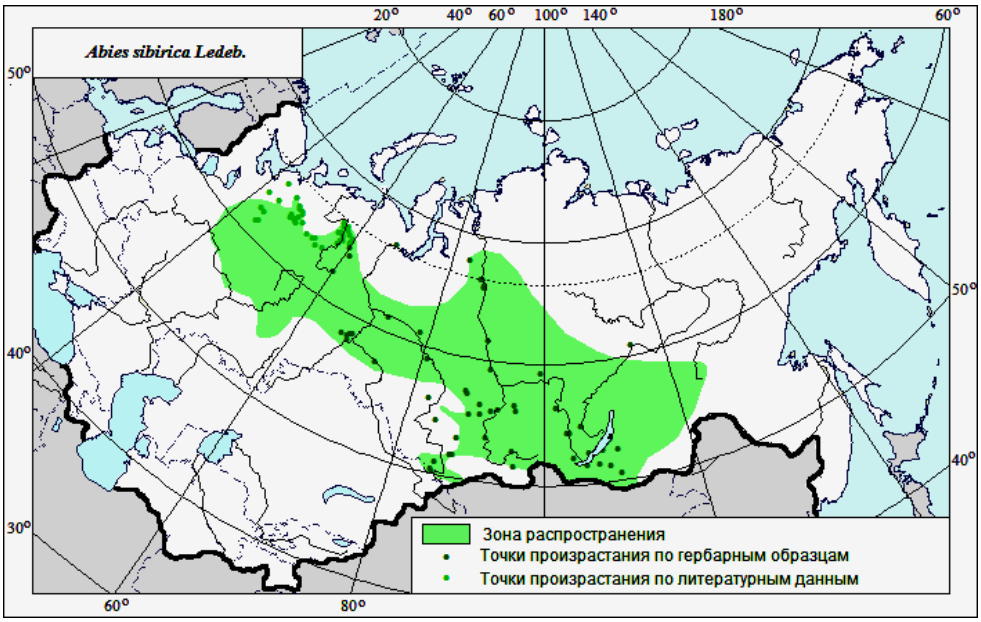


Рис.2.10. Ареал пихты сибирской в пределах территории бывшего СССР (Агроэкологический атлас России…, 2007)

Елово-пихтовые леса в пределах территории Республики Башкортостан сосредоточены в северной половине республики и образуют здесь три достаточно самостоятельные, но непосредственно примыкающие друг к другу территории (рис.2.11).

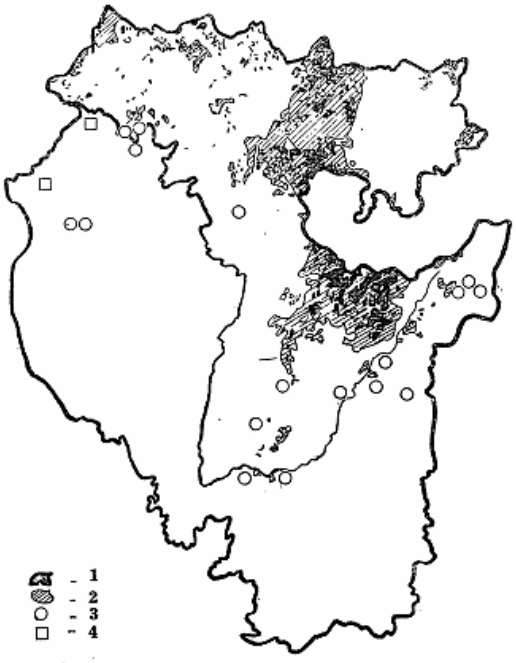


Рис.2.11. Карта распространения ели сибирской и пихты сибирской в Республике Башкортостан: 1 – насаждения с преобладанием ели и пихты; 2 – насаждения с участием ели и пихты; 3 – местообитания одиночных елей и пихт; 4 – прошлые местообитания елей и пихт, подтверждаемые историческими сведениями (Попов, 1980)

Первый район распространения ели и пихты в Республике Башкортостан – район южно-таежных хвойно-лиственных лесов северной правобережной лесостепи. С востока к этому району примыкают темно-хвойно-широколиственные леса Уфимского плато (второй район распространения). К югу – юго-востоку от Уфимского плато расположены елово-пихтовые леса центральной возвышенной части Южного Урала (третий район распространения). Наибольшая площадь елово-пихтовых лесов отмечается в пределах Уфимского плато и на Башкирском Южном Урале. В районе южно-таежной лесной подзоны эти породы встречаются лишь отдельными островными участками. Однако учет всех местообитаний темно-хвойных пород показывает, что в прошлом ель и пихта были здесь более обычными породами.

В пределах северной левобережной лесостепи елово-пихтовые леса состоят преимущественно из ели, пихты, березы и осины с примесью широколиственных пород, в основном липы. Леса эти носят вторичный характер. Рельеф этой области обитания ели и пихты относительно ровный.

В пределах подзоны южнотаежных смешанных хвойно-лиственных лесов елово-пихтовые леса представлены преимущественно ельниками-кисличниками, крупнотравными, хвощовыми и реже липняковыми. В составе ельника-кисличного в травостое доминируют мхи, кислица, ясменник пахучий, копытень европейский, хвощ лесной. Реже отмечаются щитовник мужской, будра плющевидная, страусник обыкновенный, звездчатка обыкновенная, бор развесистый.

Леса Уфимского плато включают в себя практически все лесообразующие породы Южного Урала и Предуралья, однако доля участия их в сложении лесов неравноценна. Наибольший вес среди них принадлежит ели и пихте, которые формируют до 80% лесов плато. Елово-пихтовые леса и елово-пихтово-широколиственные леса Уфимского плато в настоящее время представлены как коренными, так и производными типами. Общее строение лесного покрова плато формируется под влиянием постепенного возрастания континентальности климата с запада на восток. Это определяет преобладание темно-хвойно-широколиственных лесов на западе Уфимского плато, которые на востоке плато сменяются чисто темно-хвойными. Кроме этого наблюдается дифференциация лесного покрова по высоте. Отрицательные элементы рельефа плато обычно занимают темно-хвойные леса, а склоны и вершины – темнохвойно-широколиственные либо широколиственные леса.

Береза повислая (*Betula pendula* Roth) – дерево из рода Береза (*Betula* L.) семейства Березовые (*Betulaceae* S.F. Gray.). Листопадное дерево до 30-40 м высотой и диаметром ствола до 120–150 см. Крона ажурная, развесистая, неправильной формы (рис.2.12). У взрослых деревьев ветви обычно свисают вниз, придавая кроне плакучую форму.

Кора в верхней части ствола и в нижней части старых ветвей тонкая белая гладкая, легко отслаивающаяся. В нижней части ствола она более темная, в старости черно-серая, толстая с глубокими продольными трещинами. Древесина безъядровая, рассеянно-сосудистая, желтовато-белого цвета, твердая. Деятельность камбия наблюдается в начале фазы летней вегетации. Корневая система березы повислой сильно развитая, но на маломощных почвах поверхностная, поэтому деревья нередко подвергаются ветровалу. На корнях березы повислой развивается микориза.

Нарастание побегов симподиальное. Симподии образуются при подсыхании верхушечной вегетативной почки и при образовании мужского соцветия на удлиненных побегах. Укороченные побеги представлены двумя типами: симподиальные побеги с женским соцветием и укороченные моноподиальные побеги. Молодые побеги клейкие, густо покрытые восковыми железками. На побегах старых деревьев бородавок часто не бывает. Рост побегов начинается рано, однако уже в конце мая – начале июня основная часть побегов заканчивает свой рост.

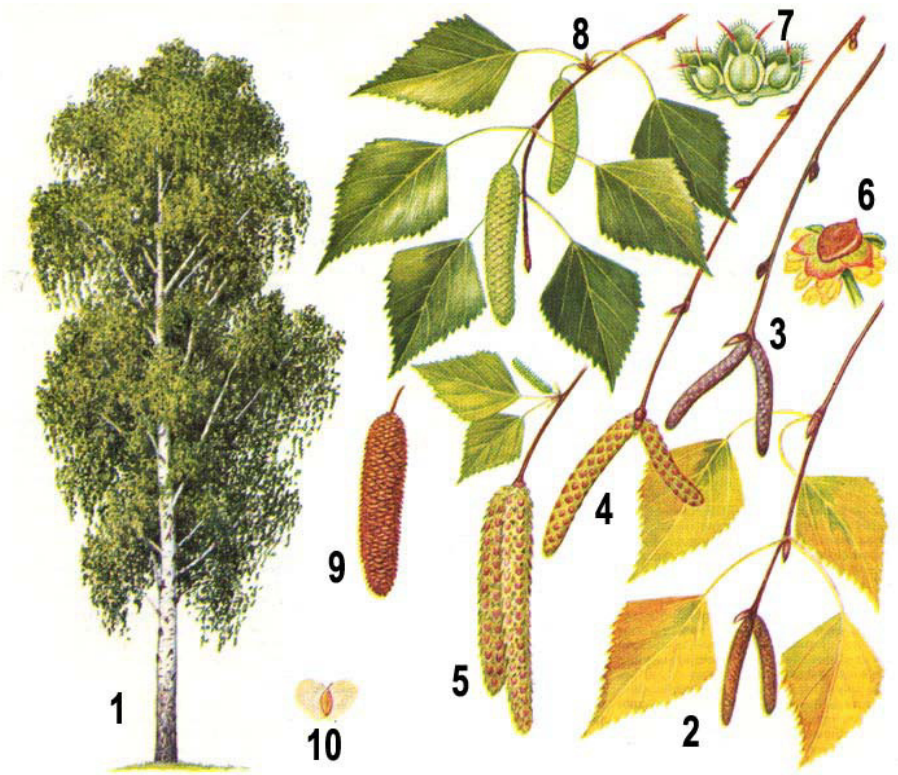


Рис.2.12. Береза повислая: 1 – общий вид, 2 – осенняя ветвь с заложившимися листовыми и тычиночными почками, 3 – зимняя ветвь, 4 – весенняя ветвь с тронувшимися в рост листовыми и тычиночными почками, 5 – ветвь с тычиночными и пестичными серёжками в пыления, 6 – мужской цветок, 7 – женский цветок, 8 – ветвь с плодовыми серёжками, 9 – зрелая плодовая серёжка, 10 – плод – крылатый орех

Хорошо развитые почки березы плотно прикрыты слегка клейкими чешуйками, местами с восковыми пленочками. Листовой рубец с тремя следами. Расположение листьев очередное. Листья у березы повислой простые яйцевидно-ромбические с широким клиновидным основанием и голым листовым черешком, по краям двояко острозубчатые, у поросли иногда сердцелистные. Боковых жилок 5–7 пар. Для березы повислой, как и для большинства древесных видов, характерен аномоцитный тип устьиц (околоустичные клетки отсутствуют), почти все устьица располагаются на нижней стороне листа, больше всего устьиц в средней части листа, к периферии их количество снижается.

Береза повислая – дерево однодомное, цветет в мае одновременно с распусканием листьев. Цветки раздельнополые, собраны в сережки. Плоды – продолговато-эллиптические орешки с двумя широкими перепончатыми крыльями. Плодоносить начинает на открытых местах с 10–12 лет, в древостоях – с 15–20 лет. Наибольшая степень плодоношения наблюдается к 50 годам. Число хромосом 2n=28. В молодом возрасте береза способна размножаться порослью от пня.

Береза повислая относится к видам лесостепной экологии. К климату довольно неприхотлива, холодоустойчива и жаровынослива, нетребовательна к почвенному плодородию, умеренно требовательна к влажности грунта, выносит высокую кислотность и повышенную до некоторой степени щелочность почв. Береза повислая – одна из наиболее светолюбивых древесных пород. Пионерная роль березы обусловлена сравнительно малой ее требовательностью к условиям произрастания, обильным и ежегодным плодоношением, летучестью плодов и высокой всхожестью семян. Всходы березы повислой светолюбивы и не переносят заглушения травой, поэтому особенно часто появляются на месте костров, на гарях и запущенных пашнях. Отмечена высокая популяционная изменчивость березы повислой и выделены три основные феноформы в условиях Предуралья. Культуры березы широко используются в озеленении, защитном лесоразведении и лесном хозяйстве. Флора березовых лесов отличается многочисленностью и большим фитоценотическим разнообразием.

Береза повислая имеет обширный ареал (рис.2.13), встречается почти во всех природных зонах на территории России, за исключением крайних северных и крайних южных – пустынных и субтропических.

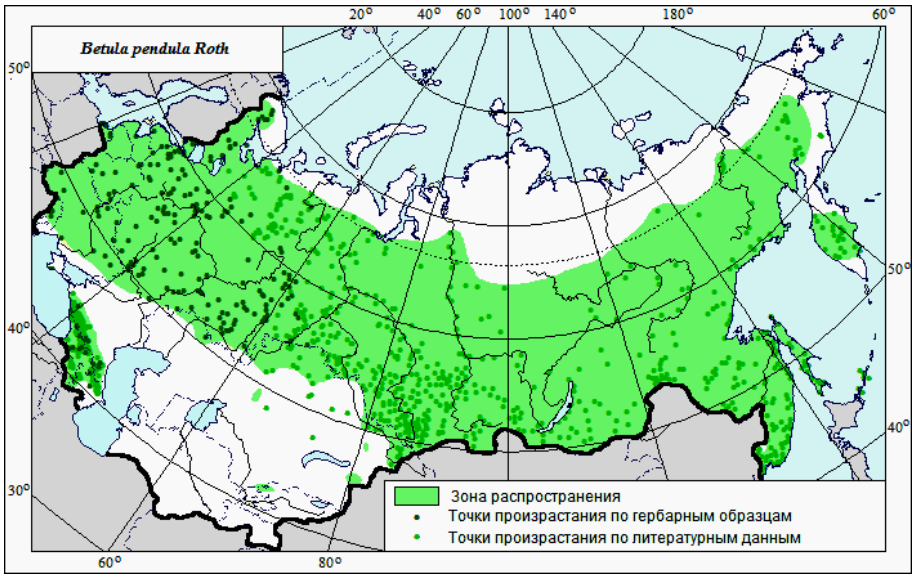


Рис.2.13. Ареал березы повислой в пределах территории бывшего СССР (Агроэкологический атлас России…, 2007)

В Республике Башкортостан береза повислая встречается практически повсеместно, где способны формироваться лесные насаждения – от березовых колок в степи до горно-лесных условий, где на верхнем пределе лесной растительности формирует пояс березового криволесья. В отличие от березы пушистой оптимальные условия произрастания для березы повислой отмечаются на свежих глубоких суходольных почвах. Благодаря значительной морозоустойчивости, малой требовательности к богатству и влажности почв, быстроте роста, сильно разветвленной корневой системе береза повислая является пионерной породой, способной в условиях сплошных рубок быстро завоевывать пространство за счет вытеснения хвойных и частично широколиственных пород.

Большинство современных лесов Республики Башкортостан являются вторичными, возникшими на месте вырубки хвойных и части широколиственных лесов. Однако в пределах восточных склонов среднегорного Южного Урала и в некоторых местообитаниях в пределах Бугульминско-Белебеевской возвышенности встречаются коренные березовые леса.

В Башкирском Зауралье и центральной части Южного Урала береза повислая представлена тремя морфологическими формами: гладкокорой, ромбовидно-трещиноватой и продольно-трещиноватой. Данные формы отличаются скоростью роста, товарной и сортиментной структурой древесины. Гладкокорая форма характеризуется наилучшим ростом и наибольшим выходом товарной древесины. Ромбовидно-трещиноватая форма характеризуется схожими показателями. Продольно-трещиноватая форма березы повислой характеризуется низкой скоростью роста и зачастую имеют искривленные у основания стволы. Кроме того, в

пределах Республики Башкортостан встречается (правда довольно редко) чернокорая форма березы повислой. Единичные экземпляры чернокорой формы березы отмечаются в Зиянчуринском районе Республики Башкортостан и в районе юго-западных предгорий Южного Урала.

Дуб черешчатый (*Quercus robur* L.) – дерево из рода Дуб (*Quercus* L.) семейства Буковые (*Fagaceae* Dumort.). Крупное листопадное дерево (рис.2.14), достигающее в высоту 30–40 м. Отдельные деревья могут дожить до 2000 лет, но средний максимальный возраст 300–400 лет. Рост в высоту прекращается в возрасте 100–200 лет, прирост в толщину, хоть и незначительный, продолжается всю жизнь.

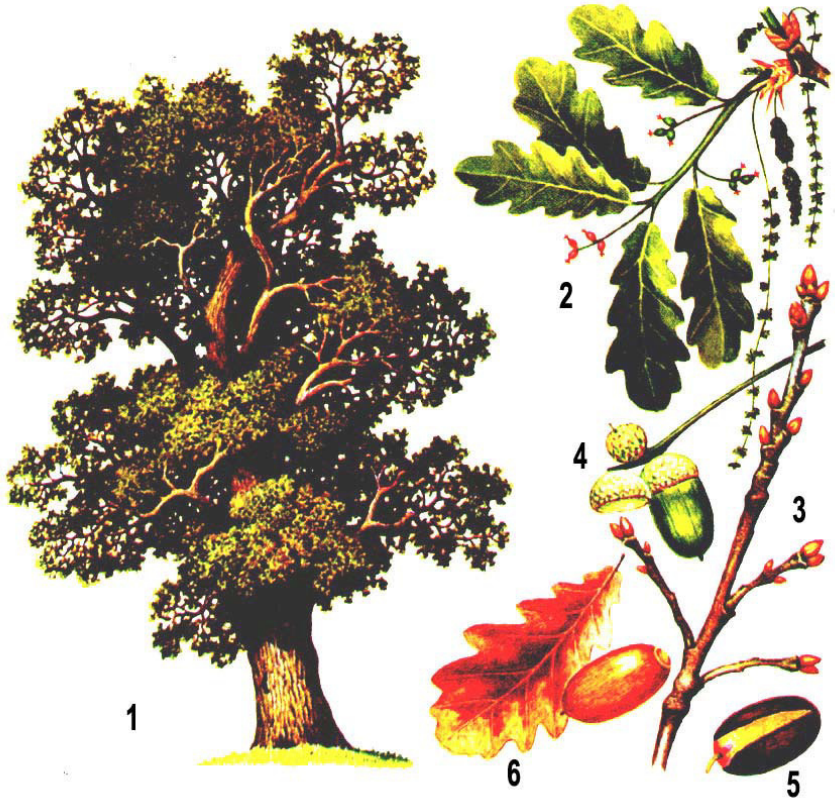


Рис.2.14. Дуб черешчатый: 1 – общий вид, 2 – цветущая ветвь, 3 – весенний побег, 4 – желуди с черешком, 5 – проросший желудь, 6 – лист (осенняя окраска)

Крона густая шатроподобная или широкопирамидальная асимметричная, раскидистая, с крепкими ветвями и толстым стволом (1–1,5 м в диаметре). У молодых деревьев ствол неправильный, коленчатый, с возрастом становится прямым и цилиндрическим. Кора темно-серая, черноватая толстая. У молодых дубков кора серая, гладкая. С возрастом на коре образуются неглубокие трещины. Толщина коры может достигать 10 см. Молодые побеги пушистые бурые или красновато-серые блестящие, с бурыми пятнами и слегка продолговатыми чечевичками. Почки тупо-пятигранные 5 мм длиной и 4 мм шириной, боковые немного мельче и отстоящие, чешуйки многочисленные, пятирядные, округленные бурые

голые и лишь по краю реснитчатые. Все почки обычно яйцевидные, почти шарообразные, светло-бурые на вершине округленные или тупо заостренные, листовой рубец с 7–15 следами. Верхушечные почки окружены большей частью несколькими боковыми.

Листорасположение очередное, на вершине веток в виде пучков. Листья продолговатые, продолговато-обратно-яйцевидные, книзу суженные или сердцевидные, часто с ушками, на вершине тупые или выемчатые, перистолопастные 40–120 мм длиной, 25–70 мм шириной с четырьмя – семью лопастями, твердые, почти кожистые, сверху темно-зеленые блестящие, снизу желтоватые или зеленые, с сильно выдающимися более светлыми жилками, голые с обеих сторон, с короткими черешками длиной до 10 мм, на зиму всегда опадающие. Лопасти тупые округлые, вырезы между ними неглубокие.

Цветки раздельнополые. Цветение начинается у деревьев в возрасте от 40 до 60 лет вместе с распусканием листьев, обычно в мае. Растение однодомное. Тычиночные цветки собраны в длинные свисающие сережки 20–30 мм длиной с десятью и более цветками, по 2–3 вместе или одиночно на вершинах прошлогодних побегов или в нижней части молодых побегов. Каждый цветок сидит удаленно от другого, поэтому между ними ясно виден цветонос, имеет пяти- или семираздельный, по краям бахромчатый, перепончатый, зеленоватый околоцветник, а также 5–6 и более тычинок с короткими нитями и желтыми крупными пыльниками. Женские цветки обычно располагаются на молодых побегах выше мужских, собраны в мелкие по два-три вместе на отдельном красноватом стебельке, имеют шестираздельный, по краям красноватый околоцветник, окруженный зелеными волосистыми, на вершине красноватыми чешуйками, представляющими собой будущую плюску. Завязь трехлопастная, красного цвета, рыльце нитевидное, немного выдающееся наружу. Плод – орех (желудь) голый, буровато-коричневый (1,5-3,5 см длиной), на длинной (3–8 см) плодоножке. Желудь размещен в блюдце, или чашевидной мисочке – плюске (0,5–1 см длиной). Плоды созревают в сентябре-октябре.

Корневая система состоит из очень длинного стержневого корня; с 6–8 лет начинают развиваться боковые корни, тоже уходящие глубоко в землю. Главный корень может достигать глубины 5 м и глубже, что обеспечивает большую ветроустойчивость дубу. На подзолистых и каменистых почвах дуб формирует преимущественно поверхностную корневую систему. Корни образуют микоризу с базидиальными грибами.

Дуб черешчатый распространен в Западной Европе и европейской части России, встречается на севере Африки и в западной Азии (рис.2.15).

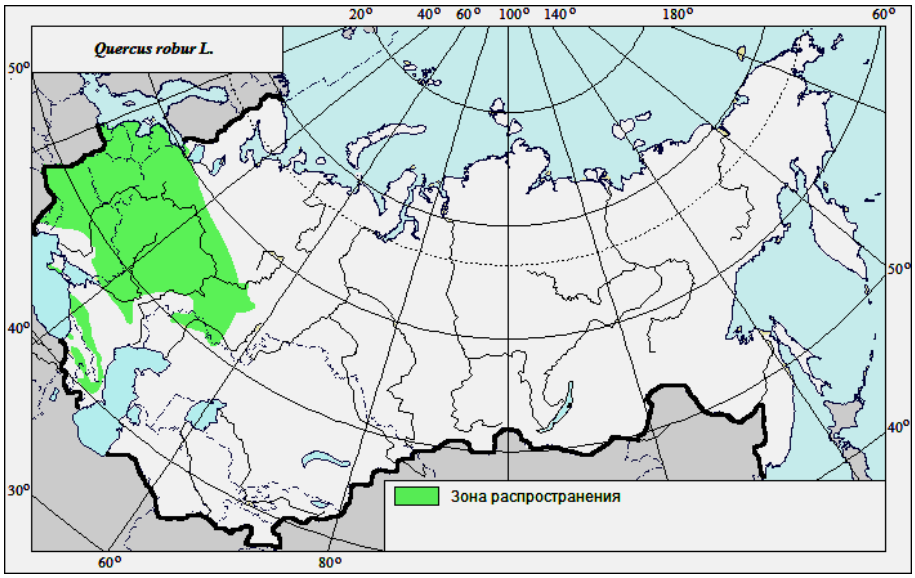


Рис.2.15. Ареал дуба черешчатого в пределах территории бывшего СССР (Агроэкологический атлас России…, 2007)

Северная граница ареала проходит по южной Финляндии и северу Ленинградской области, при этом на западном побережье Норвегии, ввиду влияния Гольфстрима, она достигает 65-й параллели. По мере продвижения на восток граница ареала резко сдвигается к югу, а в Сибири в настоящее время этот вид вовсе не обитает. Восточными пределами ареала дуба черешчатого служат водораздел рек Волги и Урала (возвышенность Общий Сырт), а также долины рек Юрюзани и Сылвы.

В Республике Башкортостан основные массивы лесов с преобладанием дуба черешчатого сосредоточены в двух лесорастительных районах: низкогорном западном склоне Южного Урала (здесь сосредоточены основные площади и запасы дуба) и на территории Башкирского Предуралья, где дуб или доминирует или входит в состав колочных и островных лесов степи и лесостепи (рис.2.16). Изолированные местообитания дуба встречаются также за пределами восточной границы его массового распространения – на восточных склонах Южного Урала, но данные местообитания представлены единичными деревьями.

В пределах Республики Башкортостан для дуба не характерны чистые насаждения, высокобонитетные насаждения дуба характеризуются сложным и смешанным составом с участием липы, клена, ильма и вяза. Чистые насаждения дуба являются или результатом крайне экстремальных условий среды, либо хозяйственной деятельности человека.

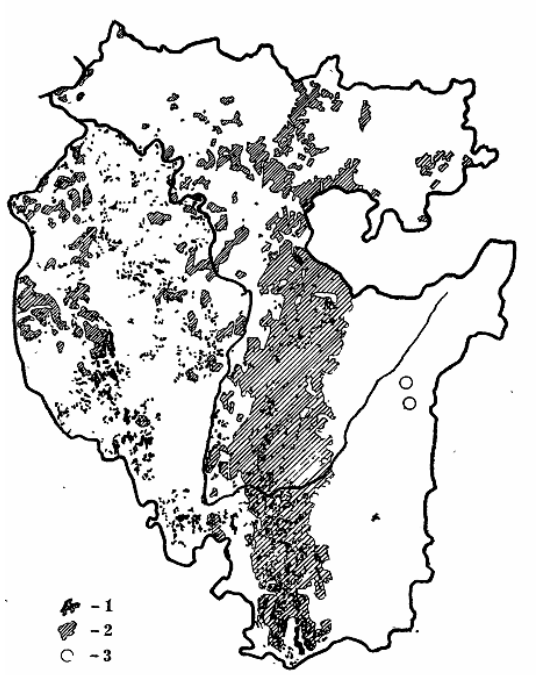


Рис.2.16. Карта распространения дуба черешчатого в Республике Башкортостан:
1 – насаждения с преобладанием дуба; 2 – насаждения с участием дуба;
3 – островные, обитания дуба за восточной границей ареала. (Попов, 1980)

Характерными местообитаниями дуба являются возвышенные положения и поймы рек. Значительная пестрота физико-географических условий и связанных с ними климатических, почвенных и лесорастительных условий обусловили существование на территории Республики Башкортостан большого числа типов дубовых насаждений. Для условий широколиственных лесов низкогорного западного склона Южного Урала выделено да класса ассоциаций дубовых лесов: класс ассоциаций прямоствольных дубняков и класс кривоствольных дубняков. В целом, на территории Республики Башкортостан можно выделить три группы типов дубовых лесов: мезогигрофильные, мезофильные и ксерофильные дубняки. Данные три группы ассоциаций (типов леса) по степени влагообеспеченности объединяют в пять дубравных условий местообитаний: влажные и сырые дубравы, свежие дубравы, сухие и очень сухие дубравы. Самостоятельно, вне групп типов выделяется дубняк мертвопокровный (пасторальный), который является конечной стадией деградации широколиственных лесов под воздействием постоянного нерегулируемого выпаса. Данный тип дубняков может возникнуть в любой из вышеперечисленных групп типов дубовых лесов.

Липа мелколистная (сердцелистная) (*Tilia cordata* Mill.) – дерево из рода Липа (*Tilia* L.) семейства Мальвовые (*Malvaceae* Juss.). Листопадное дерево 20–38 м высотой и диаметром ствола до 2 (иногда до 5) м. Кора в молодости гладкая, серо-бурая, на старых стволах глубоко растрескивающаяся (рис.2.17).

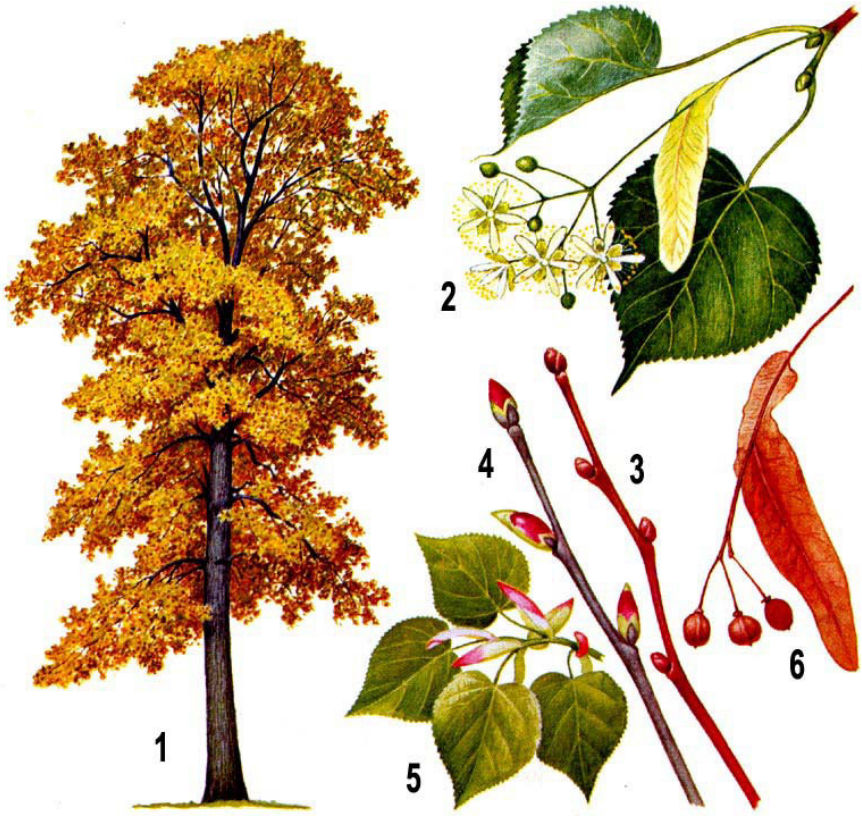


Рис.2.17. Липа мелколистная: 1 – общий вид дерева осенью, 2 – цветущая ветвь, 3 – побег зимой, 4 – весенний побег, 5 – облиственный весенний побег, 6 – соплодие липы

Крона шаровидная или пирамидальная, густо облиственная. Листья очередные, сердцевидные, длинночерешковые, зубчатые, с оттянутой заостренной верхушкой, сверху зеленые, снизу сизоватые. Цветки правильные, обоеполые, с двойным пятираздельным околоцветником, до 1–1,5 см в диаметре, желтовато-белые, пахучие, собраны в повислые щитковидные соцветия по 3–11 штук, при соцветиях имеется продолговатый желтовато-зеленый прилистник. Тычинок в цветке много. Пыльцевые зерна трехбороздные, шаровидно-сплющенной формы. Цветет с начала июля 10–15 дней. Цвет пыльцы светло-желто-зеленый. Нектароносная ткань, расположенная на внутренней части оснований чашелистиков, выделяет 5–10 мг нектара. Плод – шаровидный опушенный тонкостенный одно- или двусемянный орешек. Плоды созревают в августе – сентябре. Соплодия с семенами разносятся ветром (особенно далеко зимой, по насту – до несколько сотен метров), птицами, грызунами и другими животными.

В пределах России липа мелколистная (рис.2.18) образует почти чистые липовые леса в республиках Башкортостан, Чувашии, Татарстане, в лесостепной зоне, обычна также в байрачных дубравах степи.

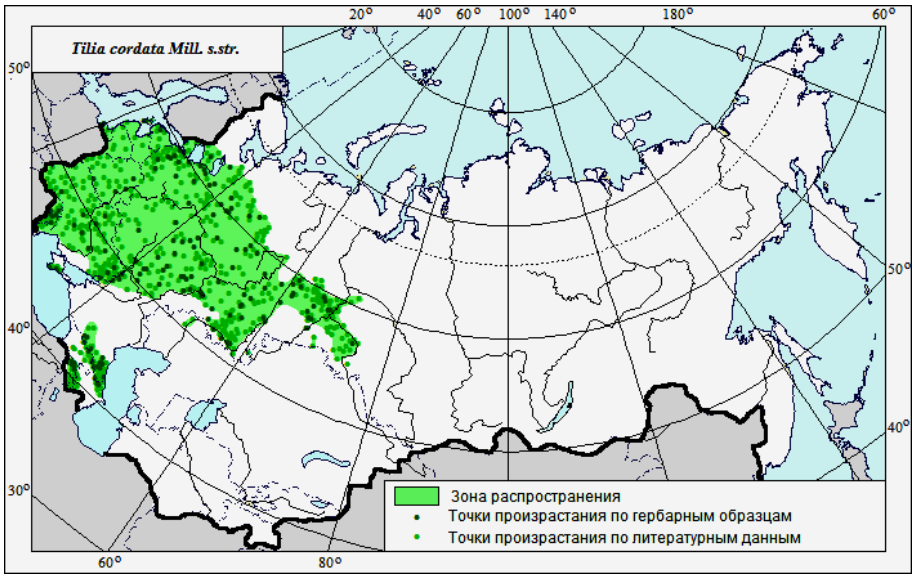


Рис.2.18. Ареал липы мелколистной в пределах территории бывшего СССР (Агроэкологический атлас России…, 2007)

Встречается повсеместно как спутник дуба и других пород (сосны и ели, клена и ясеня), за исключением лесов в североевропейской части страны и Северного Урала. В подзоне южной тайги и у северного предела своего ареала образует кустарниковую форму. В Западной Сибири редко встречается в южной ее части. Вне пределов России липа мелколистная встречается на юге и западе Великобритании, в Скандинавии, на севере Ирана, Италии и Испании. По южным отрогам Карпат растет в Болгарии и Румынии.

В пределах Республики Башкортостан (рис.2.19) липовые насаждения и леса с участием липы мелколистной занимают Предуралье и область низкогорного западного склона Южного Урала. Причем распределение насаждений липы в этих районах неравномерное. Наиболее компактные области обитания липы приурочены к низкогорьям западного склона Южного Урала, к Уфимскому плато и частично к Бугульминско-Белебеевской возвышенности. В остальных районах липа формирует островные леса.

Среди широколиственных пород липа мелколистная является наиболее устойчивой к неблагоприятным условиям среды, вследствие чего она дальше всех других неморальных видов проникает на восток.

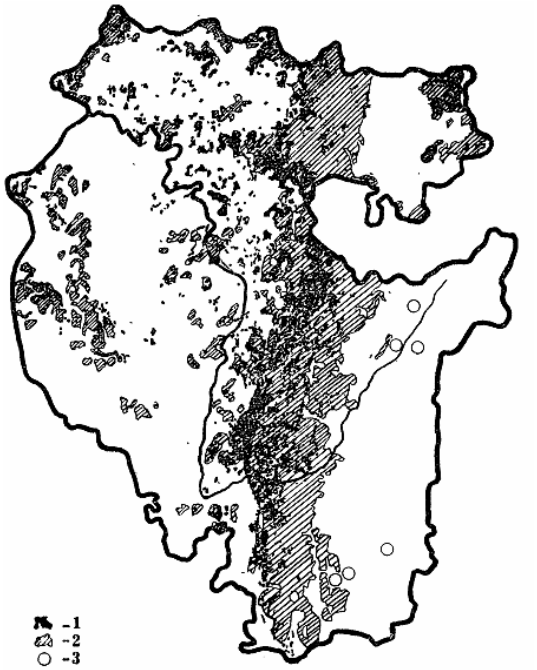


Рис.2.19. Карта распространения липы мелколистной в Республике Башкортостан:
1 – насаждения с преобладанием липы; 2 – насаждения с участием липы;
3 – островные, обитания липы за восточным пределом ареала (Попов, 1980)

В пределах Республики Башкортостан выделяют следующие типы липовых лесов: нагорные и остепненные, злаковые и вейниковые, кленово-снытевые и снытево-костяничные, широкотравные, папоротниково-аконитовые и ежевично-волосистоосоковые. Липовые леса являются большей частью вторичными, порослевыми. В составе насаждений липа обычно участвует от 4 до 8 единиц. Чистые липовые насаждения встречаются достаточно редко, в большинстве случаев примешиваются ильм, дуб, клен, вяз и некоторые другие мелколиственные породы. Наилучшие по производительности и продуктивности липовые леса характерны для лесорастительных районов северной правобережной хвойно-лиственной и южной левобережной широколиственной лесостепи, где для липы наиболее благоприятное сочетание богатства почв, влажности и тепла. Лучшие по производительности липняки растут на влажных темно-серых лесных слабо оподзоленных и черноземовидных суглинистых почвах нижних и средних частей склонов и ровных поверхностей речных террас.

Клен остролистный (*Acer platanoides* L.) – дерево из рода Клен (*Acer* L.) семейства Сапиндовые (*Sapindaceae* Juss.). Дерево 20-30 м высотой, с удлиненно-яйцевидной плотной кроной (рис.2.20). Ствол до 1 м в диаметре, покрыт темной буровато-серой, иногда почти черной корой с многочисленными неглубокими трещинами; кора молодых ветвей красновато-серая гладкая.

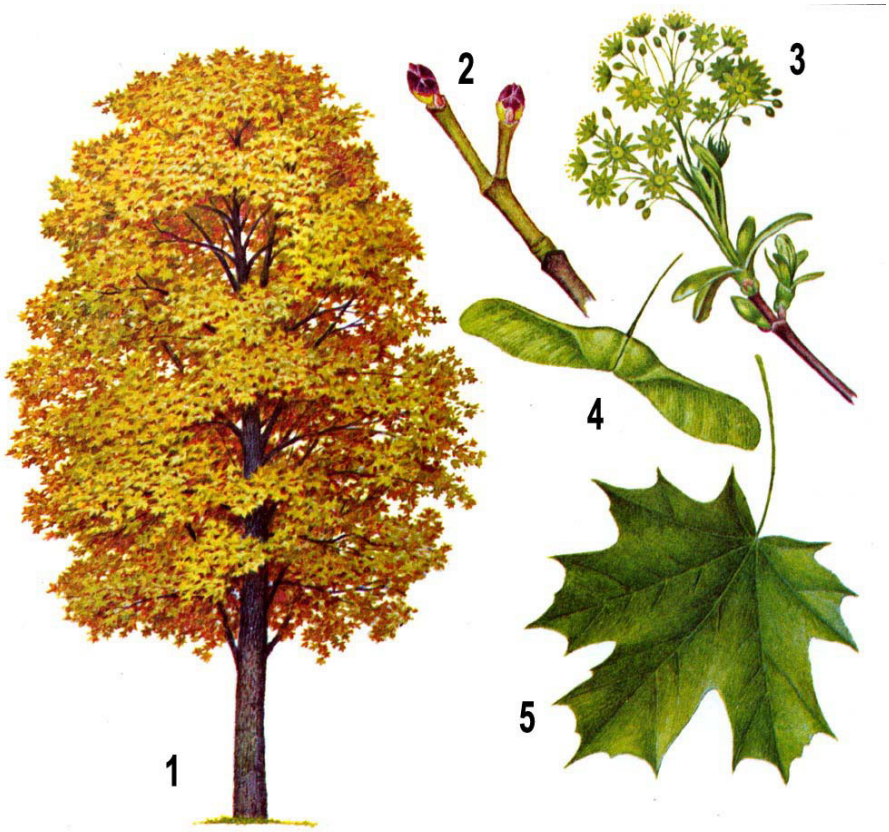


Рис.2.20. Клен остролистный: 1 – общий вид (осенняя окраска), 2 – безлистный побег, 3 – цветущий побег, 4 – крылатка, 5 – лист

Побеги обычно голые буро-оливковые или красноватые блестящие со светлыми полосками и рассеянными чечевичками, оканчиваются одной верхушечной (длина 7–10 мм) и двумя боковыми почками, с 6–8 крестообразно расположенными лоснящимися голыми реснитчатыми чешуйками. Листья простые 5–7 лопастные, в очертании округлые с пальчатым жилкованием, у основания сердцевидные. Три верхние лопасти почти равны между собой, нижние значительно короче. Концы лопастей и немногочисленных зубцов по краям лопастей острые, тонко вытянутые. Листья сверху голые темно-зеленые блестящие, снизу светлее, иногда с волосками по жилкам и бородками в углах их. Осенью листья оранжево-желтые.

Цветки зеленовато-желтые, в конечных соцветиях, зацветают несколько раньше или одновременно с распусканием листьев. Венчик имеет 5 свободных лепестков, чашечка слаборазвитая. В цветке 5–12 тычинок. Мясистый нектароносный диск расположен в основании венчика. Цветет весной около двух недель. Начинает цвести на открытых местах с 20 лет, в насаждениях с 30–40 лет. Представляет большое значение для пчеловодства как раннее медоносное и пыльценосное растение. Крылатки с расходящимися под тупым углом или горизонтально распростертыми буровато-желтыми или светло-бурыми крыльями, у основания с

серебристым оттенком с плоскими семенными гнездами. При созревании они распадаются на две односеменные крылатки 4–5×1–1,5 см. Созревают семена в сентябре-октябре. Всхожесть их 85%. Плодоношение начинается с 8–10 лет.

Растет быстро, особенно в молодости, интенсивность роста снижается с 20–25 лет. Живет до 150–200 лет. Теневынослив, требователен к плодородию и влажности почвы. Хорошо растет на гумусированных свежих супесях и легких суглинках. Не переносит застоя воды и засоленности. Относится к почвоулучшающим породам; хорошо переносит пересадку и городские условия; ветроустойчив, мало страдает от снеголомов. Очень декоративен в осенний период, хороший весенний медонос. Рекомендован как сопутствующая порода в лесо- и полезащитных насаждениях.

В естественных условиях клен остролистный распространен в лесной и лесостепной зонах европейской части бывшего СССР (рис.2.21), на Кавказе, северной и средней части Западной Европы до южной Финляндии и южной части Скандинавского полуострова на севере, Пиренеев и Балканского полуострова на юге.

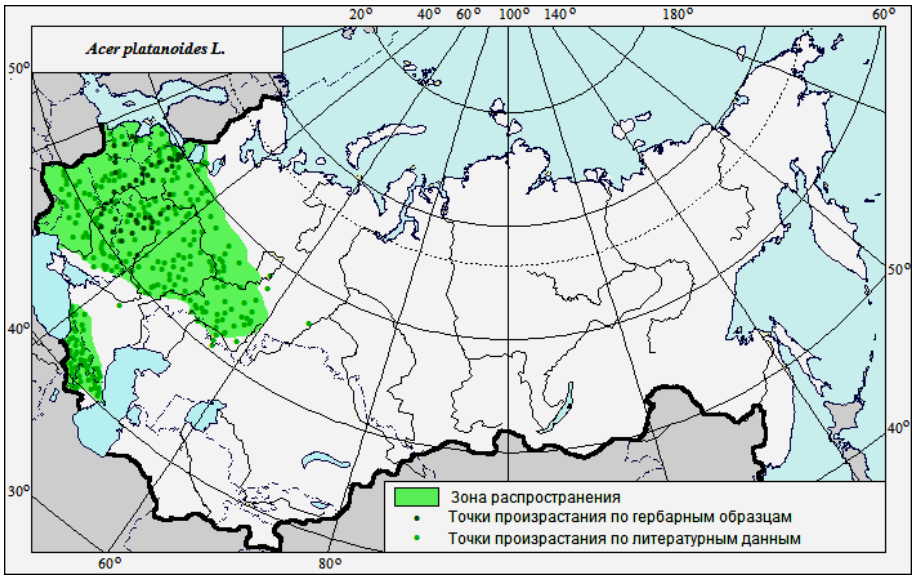


Рис.2.21. Ареал клена остролистного в пределах территории бывшего СССР (Агроэкологический атлас России…, 2007)

В пределах Республики Башкортостан (рис.2.22) клен остролистный в основном произрастает в низких предгорьях западного склона Южного Урала и в Предуралье.

Обычен в темнохвойно-широколиственных лесах Уфимского плато и дубово-широколиственной лесостепи Бугульминско-Белебеевской возвышенности. Обычно клен в широколиственных лесах встречается как примесь с той или иной долей участия в составе древостоя и редко образует чистые насаждения, тем не менее, чистые кленовники

встречаются в низких предгорьях западного склона Южного Урала. Здесь они занимают глубокие тенистые лощины с серыми лесными маломощными плодородными и хорошо увлажненными почвами на северных и северо-западных склонах увалов.

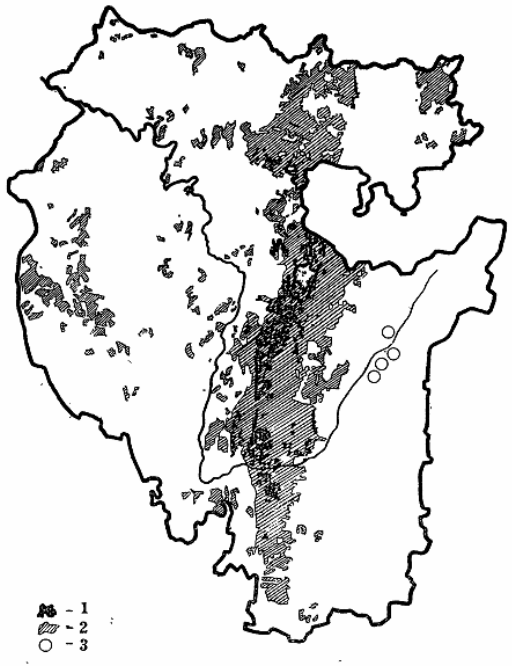


Рис.2.22. Карта распространения клена остролистного в Республике Башкортостан:
1 – насаждения с преобладанием клена; 2 – насаждения с участием клена;
3 – островные, обитания клена за восточным пределом ареала (Попов, 1980)

На восточном пределе распространения клен остролистный проникает довольно далеко, в виде небольших островов и отдельных деревьев отмечается в центральной части Южного Урала. По своей биологии клен является довольно требовательной к богатству почв породой, однако в условиях сильно пересеченного рельефа западного склона Южного Урала чистые кленовники характерны для вершинных сыртовых поверхностей с каменисто-щебнистыми почвами.

Вяз шершавый, Ильм (*Ulmus glabra* Huds.) – дерево из рода Вяз (*Ulmus* L.) семейства Ильмовые (*Ulmaceae* Mirb.). Дерево высотой до 30 м и до 2 м в диаметре с густой широкоцилиндрической, сверху округлой кроной. Кора бурая, глубоко-трещиноватая. Молодые побеги толстые коленчатые красновато- или серовато-бурые, шершавые от блестящих рыжих волосков и медно-красных щетинок. Почки крупные, яйцевидно-конические, длиной 7–9 мм, рыжеватые, опушенные. Цветковые почки широкие. Листовой рубец у коротких побегов широко опоясан и возвышен над краем листовой подушки, с 3 следами. Древесина тяжелая твердая с бурым или темно-красновато-бурым ядром и узкой желтоватой заболонью (рис.2.23).

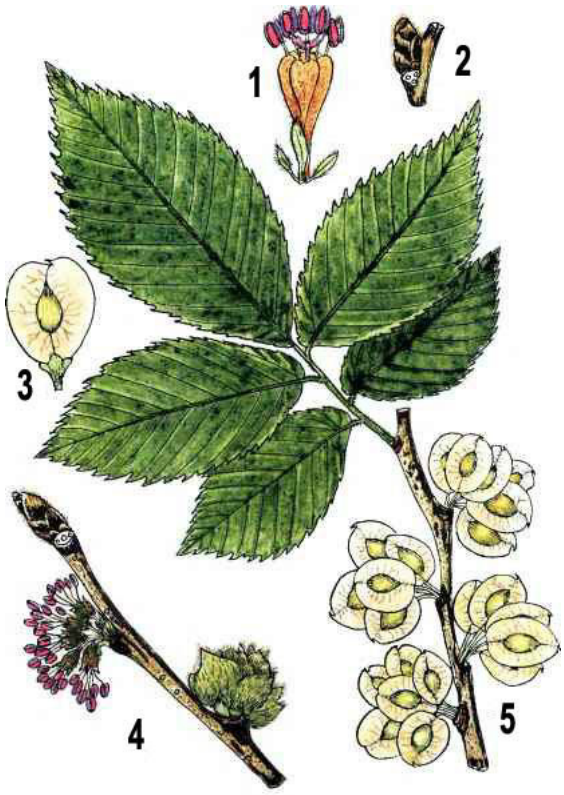


Рис.2.23. Вяз шершавый: 1 – цветок, 2 – часть побега с почкой, 3 – плод, 4 – побег с соцветиями, 5 – облиственный побег с плодами

Листья эллиптические или продолговато-обратнояйцевидные длиной 8–15 см. Основание слегка асимметричное округло-клиновидное. Верхушка заостренная или иногда с 3 подобными верхушками в верхней части пластины. Листовая пластинка двояко-пильчатая с остроконечными зубчиками, сверху с редкими жесткими волосками, снизу по жилкам опушенные такими же волосками, на черешках длиной около 5 мм. Женские цветки в пазушных пучках и на коротких цветоножках. Мужские пыльники фиолетовые. Цветет в марте-апреле. Плод – овальная или обратнояйцевидная крылатка, в диаметре до 2,5 см, вначале опушенная, затем голая с небольшой выемкой на конце и в центре с семенем. Плодоносит в мае-июне.

В России ареал вяза шершавого (рис.2.24) включает в себя Центральную и Восточную Европу, Крым, Кавказ и Малую Азию. В Норвегии заходит за Полярный круг немного к северу от 67° с.ш. (самое северное в мире природное местонахождение рода *Ulmus*), в Швеции достигает широты чуть севернее 65° с.ш., в Финляндии проникает за 63° с.ш. Северная граница произрастания вяза шершавого в России проходит через южные районы Республики Карелия (в Карелии есть единичное местонахождение между 64° и 65° с.ш.), Архангельской области и Республики Коми.

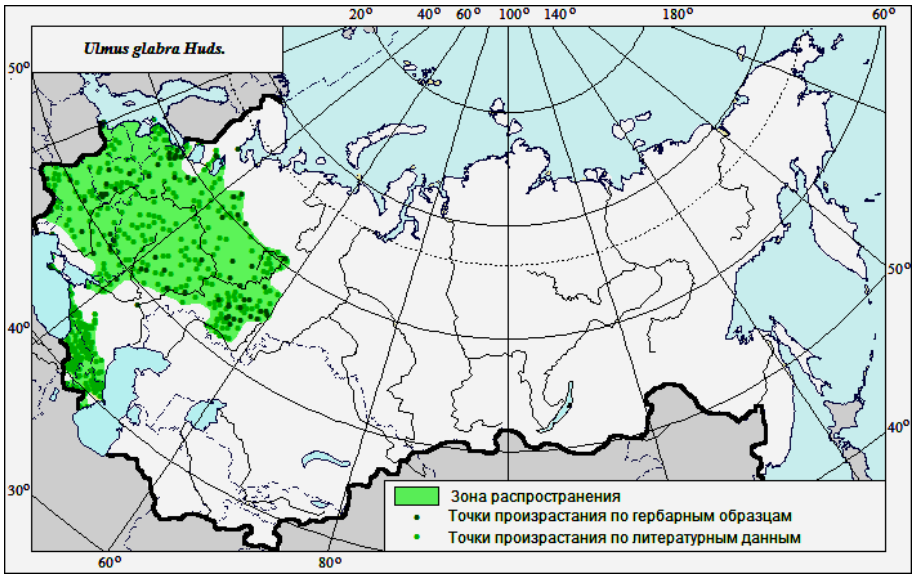


Рис.2.24. Ареал вяза шершавого в пределах территории бывшего СССР (Агроэкологический атлас России…, 2007)

В Республике Башкортостан (рис.2.25) распространение вяза шершавого довольно четко приурочено к трем областям: предгорьям западного склона Южного Урала, Уфимскому плато и Бугульминско-Белебеевской возвышенности.

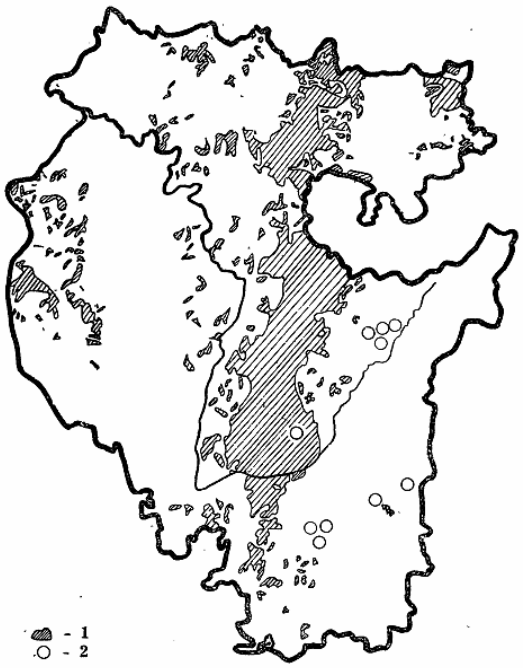


Рис.2.25. Карта распространения ильма (вяза шершавого) в Республике Башкортостан: 1 – насаждения с участием ильма; 2 –островные, обитания ильма за восточной границей ареала (Попов, 1980)

В пределах республики вяз шершавый является типичным спутником широколиственных лесов равнинных, склоновых условий и даже плакоров. В Республике Башкортостан вяз шершавый, как правило,

чистых насаждений не образует, но в молодости на вырубках, благодаря быстрому росту на определенных этапах восстановительных смен, образует временно господствующий полог и доминирование в составе древостоя. К возрасту спелости вяз шершавый чаще всего встречается как примесь к широколиственным лесам.

Вяз гладкий (*Ulmus laevis* Pall.) – дерево из рода Вяз (*Ulmus* L.) семейства Ильмовые (*Ulmaceae* Mirb.). Дерево высотой до 40 метров с широкоцилиндрической, слегка закругленной кверху кроной, живущее до 200–250 лет. В молодом возрасте растет очень быстро, после 40–50 лет рост его замедляется. Ствол старого вяза может достигать метра в диаметре. Сучья толстые, направленные вверх. Кора буро-коричневая растрескивающаяся, отслаивается тонкими пластинками. У основания ствола крупных деревьев иногда образуются плоские досковидные корни, выполняющие функцию дополнительной опоры. Побеги светло-бурые, блестящие, иногда с седым налетом и чечевичками (рис.2.26).

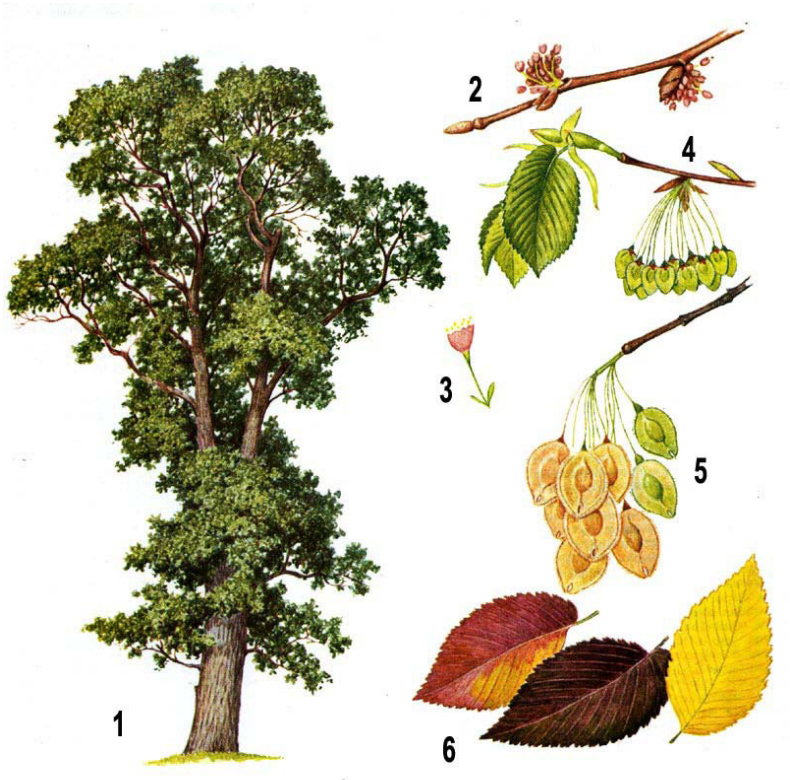


Рис.2.26. Вяз гладкий. 1 – общий вид, 2 – раскрывающиеся цветочные почки, 3 – цветок, 4 – облиственный побег, 5 – ветвь с плодами, 6 – листья

Листья простые, яйцевидные или овальные, с заостренной верхушкой, у основания сильно неравнобокие, темно-зеленого цвета (снизу более светлые), на коротких черешках. Длина листа до 12 см, ширина до 8 см. Край листовой пластинки двоякозубчатый, верхняя сторона листа блестящая, нижняя голая или мягкоопушенная.

Цветки мелкие обоеполые собраны в пучки на длинных цветоножках. Околоцветник пяти- или восьмилопастной, неравнобокий. Цветет вяз гладкий в апреле – мае до распускания листьев, опыляется ветром. Плод имеет округлое или овальное опушенное крылышко, в центре которого находится семя. Плоды висят пучками на длинных плодоножках.

Вяз гладкий произрастает (рис.2.27) практически на всей территории Европы (за исключением Пиренейского полуострова и Британских островов), на Кавказе, в Малой Азии и на Урале (Челябинская и Свердловская область), а также в Казахстане. На севере доходит до юго-восточной Швеции (остров Эланд), южной Финляндии, южных районов Республики Карелия, Архангельской области (в Архангельской области он проникает за 63° с.ш., достигая самой северной оконечности своего ареала), Республики Коми.

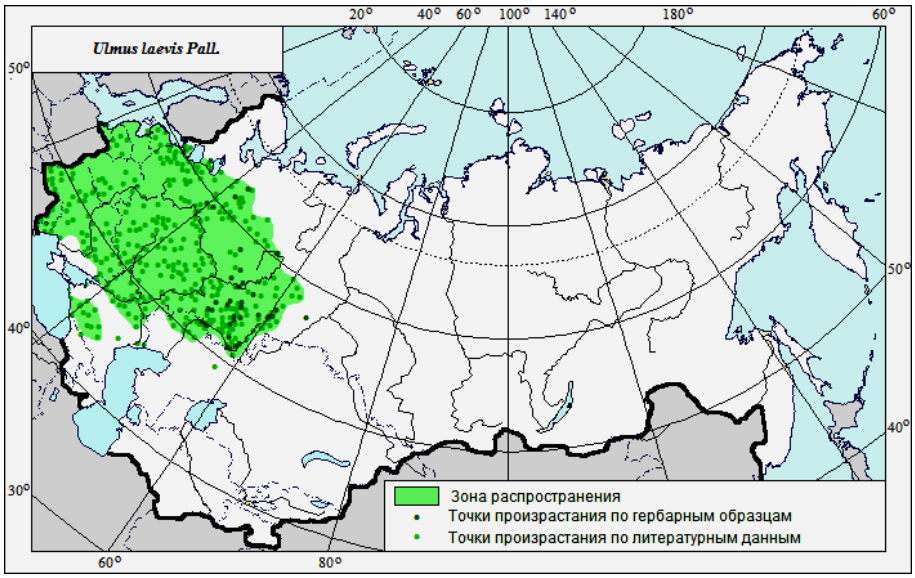


Рис.2.27. Ареал вяза гладкого в пределах территории бывшего СССР (Агроэкологический атлас России…, 2007)

В пределах Республики Башкортостан (рис.2.28) в распространении вяза гладкого не отмечается определенной закономерной приуроченности и компактности, что связано с его экологией произрастания. Вяз гладкий встречается в полосе низкогорий западного склона Южного Урала и в пределах Бугульминско-Белебеевской возвышенности, где растет в долинах рек и ручьев. На территории Уфимского плато вяз гладкий относительно редок, что определяется специфическими гидрографическими условиями, инфильтрацией поверхностных вод за счет широко развитого карста.

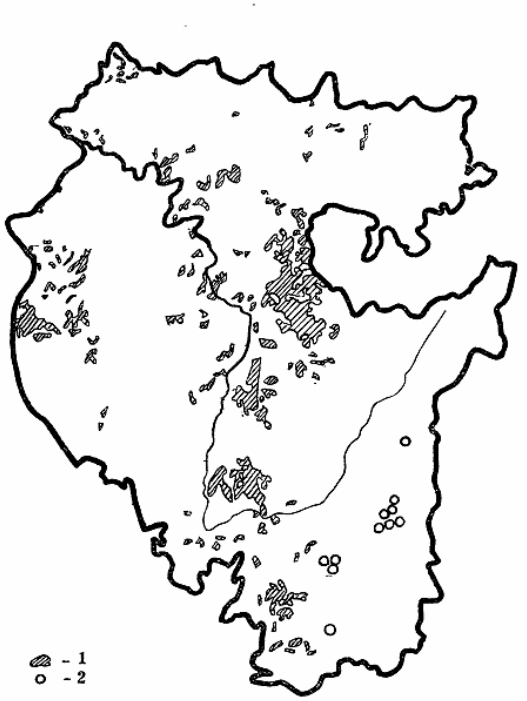


Рис.2.28. Карта распространения вяза гладкого в Республике Башкортостан:
1 – насаждения с участием вяза; 2 – островные, обитания вяза за восточной границей ареала (Попов, 1980)

В отличие от вяза шершавого на территории Республики Башкортостан вяз гладкий является характерной древесной породой лесов долин больших и малых рек, где иногда формирует участки чистых насаждений.

Тополь дрожащий, Осина (*Populus tremula* L.) – дерево из рода Тополь (*Populus* L.) семейства Ивовые (*Salicaceae* Mirb.). Дерево до 30–35 м высотой и 1 м в диаметре. Ствол цилиндрический, малосбежистый, хорошо очищается от сучьев (рис.2.29). Кора светло-зеленая или зеленовато-серая, у старых деревьев в нижней части ствола с продольными трещинами.

Побеги дифференцированы на удлиненные и укороченные, несущие, помимо листьев, соцветия и плоды. Удлиненные годовалые побеги цилиндрические блестящие красновато-коричневые. Ростовые почки острые, слегка ребристые клейкие красноватые блестящие до 10 мм длиной. Цветковые почки почти шаровидные, раскрываются нередко уже в конце зимы, оголяя зачаточные соцветия, густо покрытые серыми волосками. Листья плотные, серовато-зеленые, с пальчатым жилкованием, на особях семенного происхождения почти округлые, по краю городчатые или городчато-крупнозубчатые, диаметром 3–7 см. На порослевых побегах корнеотпрыскового происхождения листья крупнее (до 15 см шириной и 20 см длиной), треугольно-яйцевидные с сердцевидным основанием и заостренной верхушкой. Черешок по длине почти равен лиственной пластинке, сплюснут в направлении перпендикулярном ей, очень упругий.

Поэтому листья даже при слабом дуновении ветра начинают вибрировать – дрожать. Отсюда и название осины – тополь дрожащий. Облиствляется тополь дрожащий примерно через неделю после березы. Кроме того, у нее есть поздно распускающаяся форма, облиствляющаяся еще позже.

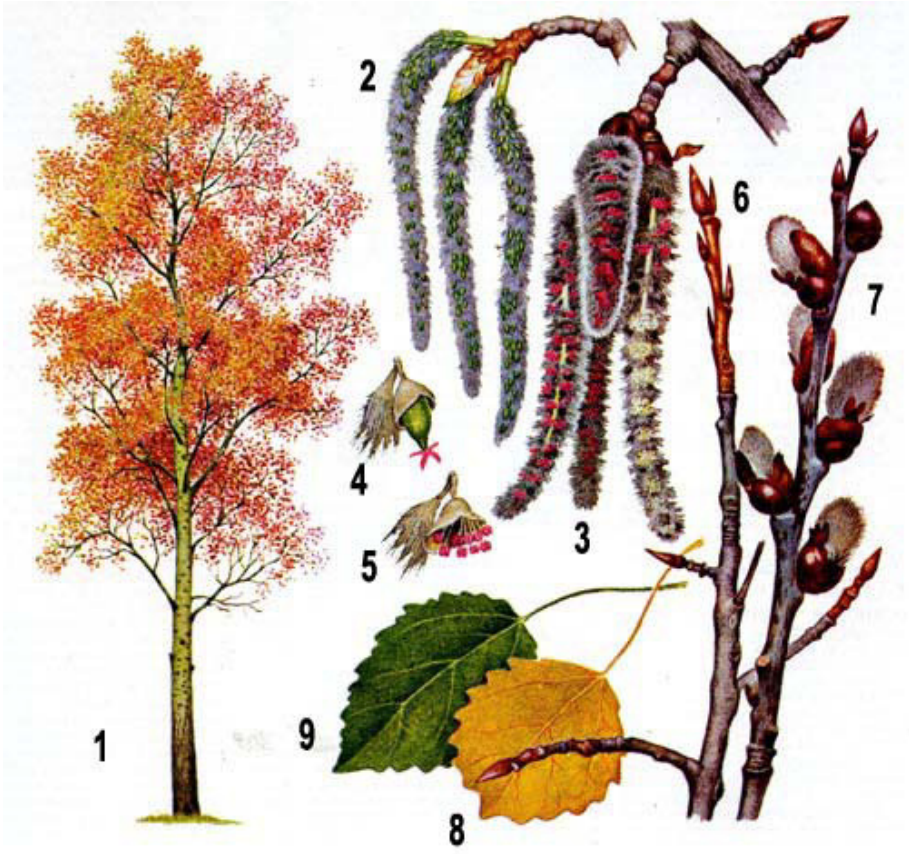


Рис.2.29. Тополь дрожащий, Осина: 1 – общий вид осенью, 2 – цветущий побег (женские сережки), 3 – цветущий побег (мужские серёжки), 4 – женский цветок, 5 – мужской цветок, 6 – зимний побег, 7 – весенний побег, 8 – лист осины, 9 – лист порослевого побега осины

Зацветает тополь дрожащий примерно за 2 недели до облиствения. Его цветковые сережки толстые длинные мохнатые. Тычиночные цветки с красными пыльниками, пестичные – с двухлопастным красноватым рыльцем. Цветет с 7–15 лет ежегодно и чаще обильно. Плоды созревают в конце весны, зрелые коробочки сразу раскрываются, и из них вылетают мелкие семена, снабженные летучками в виде белого пуха. Но нередко вылетает только пух без семян, что является следствием образования партенокарпических плодов. Попав на поверхность влажной почвы, семена быстро прорастают и до конца вегетации всходы могут достигать 0,5 мм и более в высоту. Вначале растет главный корень, но спустя 2–3 года более интенсивно начинают развиваться боковые корни, большая часть которых располагается у поверхности почвы. Эти поверхностные корни способны давать большое число порослевых побегов, обеспечивающих

корнеотпрысковое размножение тополя дрожащего. Особенно обильные корневые отпрыски появляются после рубки тополевого древостоя. Впервые 3–5 лет корневые отпрыски растут очень быстро и сильно препятствуют возобновлению других древесных пород, в том числе и хвойных.

Примерно до 40 лет тополь дрожащий растет быстро, поэтому перегоняет другие лиственные и хвойные породы, занимая первый ярус в лесу. Позже его прирост заметно снижается, а к 60–80, реже 100–150 годам, тополь дрожащий погибает. Но корневая система остается живой и после усыхания дерева и в течение определенного времени образует новые корневые отпрыски. Порослевое возобновление от пня у тополя дрожащего выражено слабо.

Тополь дрожащий распространен в Европе, Казахстане, Китае, Монголии, на полуострове Корея, практически по всей территории России (рис.2.30). Тополь дрожащий можно встретить на границе леса и тундры, в лесной и лесостепной зонах. Его можно встретить по берегам водоемов, в лесах, по опушкам, изредка на сухих песках и вырубках, по оврагам, болотам. В горах поднимается до верхней границы леса.

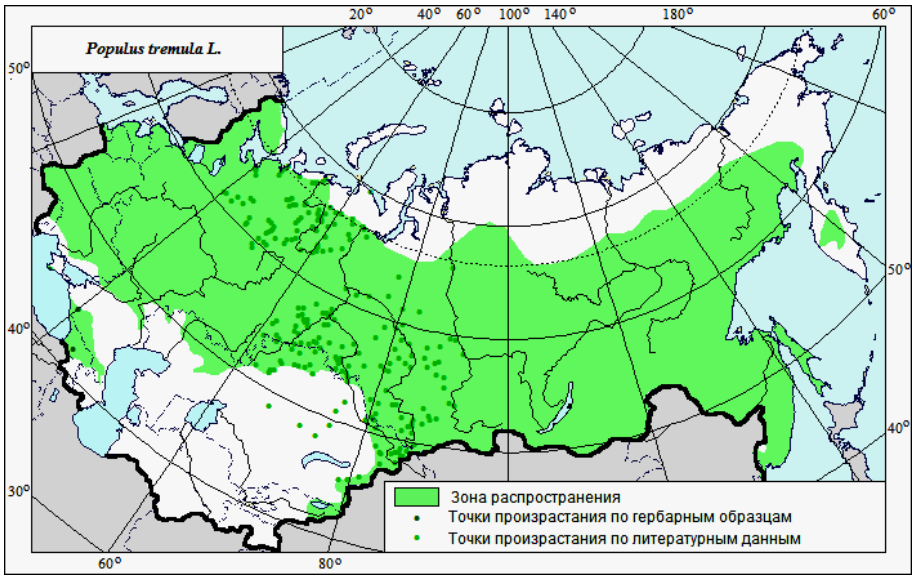


Рис.2.30. Ареал тополя дрожащего в пределах территории бывшего СССР (Агроэкологический атлас России…, 2007)

В Республике Башкортостан тополь дрожащий является одной из самых распространенных древесных пород, формирующий как чистые, так и смешанные древостои. Тополь дрожащий встречается повсеместно, где есть возможность существования леса. В пределах республики тополь дрожащий зачастую формирует стройный полонодревесный ствол, но вследствие хрупкости сучьев он почти всегда заражен грибными инфекциями и имеет сердцевинную гниль.

Ольха серая (*Alnus incana* (L.) Moench) – дерево из рода Ольха (*Alnus* Mill.) семейства Березовые (*Betulaceae* S.F. Gray.). Дерево высотой до 20 м или кустарник с узко-яйцевидной кроной и стволом диаметром до 50 см. Ствол редко прямой и цилиндрический, часто с продольными впадинами и горбами. Одна из наиболее быстрорастущих древесных пород. До 10–15 лет растет быстро, после чего прирост замедляется. Доживает до 50–60, изредка до 100 лет. Корневая система поверхностная, располагающаяся в основном в верхнем почвенном слое (10–20 см). На корнях содержатся клубеньковые наросты, содержащие микроорганизмы, способные усваивать азот из воздуха. Образует многочисленные корневые отпрыски и пневую поросль. Кора светло-серая, всегда гладкая и не образует наружного корковатого слоя. Побеги сначала зеленоватые, позднее бурые или черновато-серые, не клейкие, но покрытые серым пушком или войлоком и светлыми чечевичками (рис.2.31).

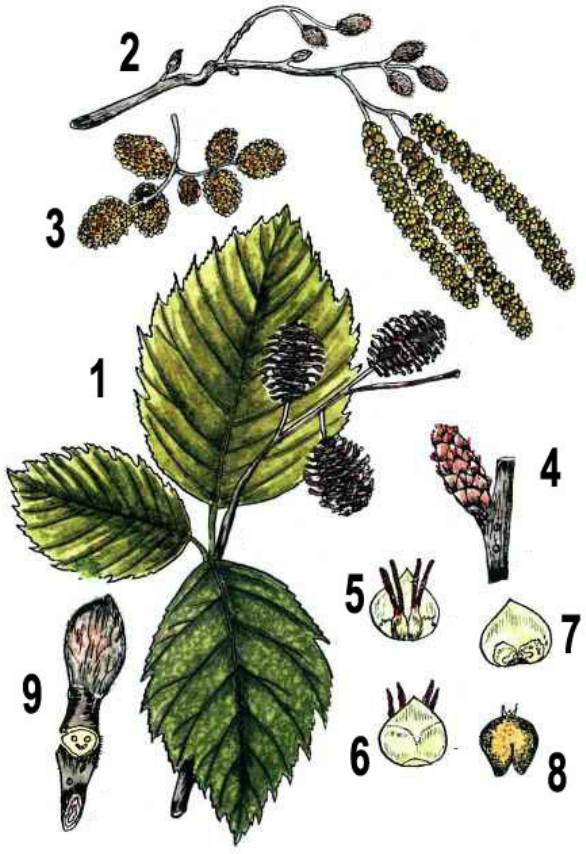


Рис.2.31. Ольха серая: 1 – ветвь с листьями и раскрывшимися шишечками, 2 – ветвь с тычиночными и пестичными сережками, 3 – зрелые нераскрывшиеся шишечки, 4 — часть побега с пестичной сережкой, 5, 6 – пестичный цветок с прицветными чешуйками, 7 – прицветная чешуйка, 8 – семянка, 9 – часть побега с почкой и листовым рубцом

Почки стебельчатые, яйцевидные или яйцевидно-шаровидные, на вершине слегка притупленные пушистые. Листья расположены в три ряда, очередные, овальные, овально-ланцетные или яйцевидно-округлые, реже

эллиптические, длиной 4–10 см и шириной 3,5–7 см, острые или остроконечные, реже притупленные с округлым или слабо сердцевидным основанием, остро-двоякопильчатые, молодые густо-пушистые не липкие, взрослые сверху почти голые, снизу серо-зеленые, без бородок в углах нервов, на мягко волосистых или войлочных черешках длиной 1–2 см. Тычиночные сережки вершинные, собраны по 3–5 вместе, сидячие или на коротких пушистых ножках, содержат при каждой чешуйке по три цветка с четырьмя тычинками с раздвоенными пыльниками.

Пестичные цветки собраны по 8–10 пучками на общем цветоносе, то под мужскими сережками, то на вершинах ветвей, эллиптические черно-бурые, длиной около 1,5 см, диаметром 7–8 см, содержат при каждой чешуйке по два цветка. Пестик с двумя нитевидными пурпуровыми рыльцами, выступающими из-за чешуй. Цветение в марте-апреле, до появления листьев. Плоды – обратно-яйцевидные орешки с узкими перепончатыми крыльями, 10 мм длиной и 7–8 мм шириной, созревающие в шишках осенью.

Ареал ольхи серой (рис.2.32) охватывает практически всю территорию Европы, Малую Азию, Закавказье, Западную Сибирь и Северную Америку. Северная граница ареала начинается в Швеции, проходит через Кольский полуостров, через весь север европейской части России и через всю Сибирь до Камчатки. Растет в Сербии, Северной Италии и во Франции. Больше всего ее на севере и северо-востоке европейской части России.

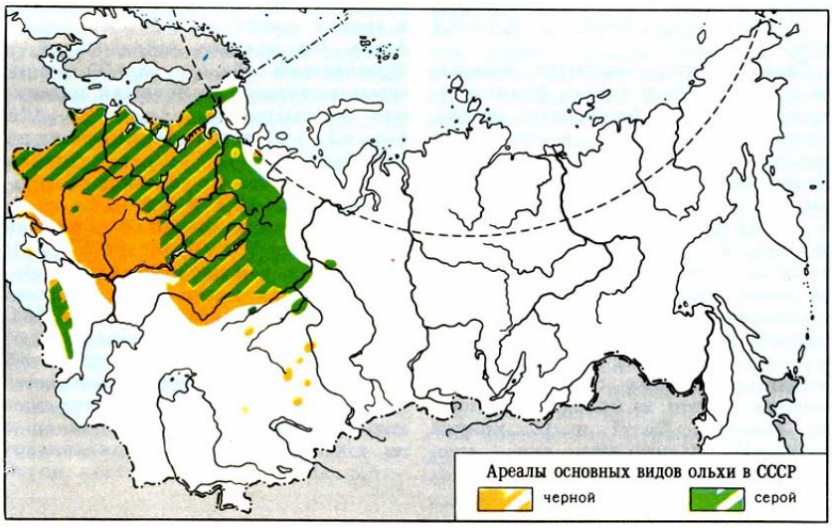


Рис.2.32. Ареал ольхи серой и черной в пределах территории бывшего СССР (Лесная энциклопедия, 1986)

Ольха черная (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.) – дерево из рода Ольха (*Alnus* Mill.) семейства Березовые (*Betulaceae* S.F. Gray.). Дерево высотой до 35 м, со стволом до 90 см в диаметре, зачастую многоствольные. Ветви почти перпендикулярны стволу (рис.2.33).

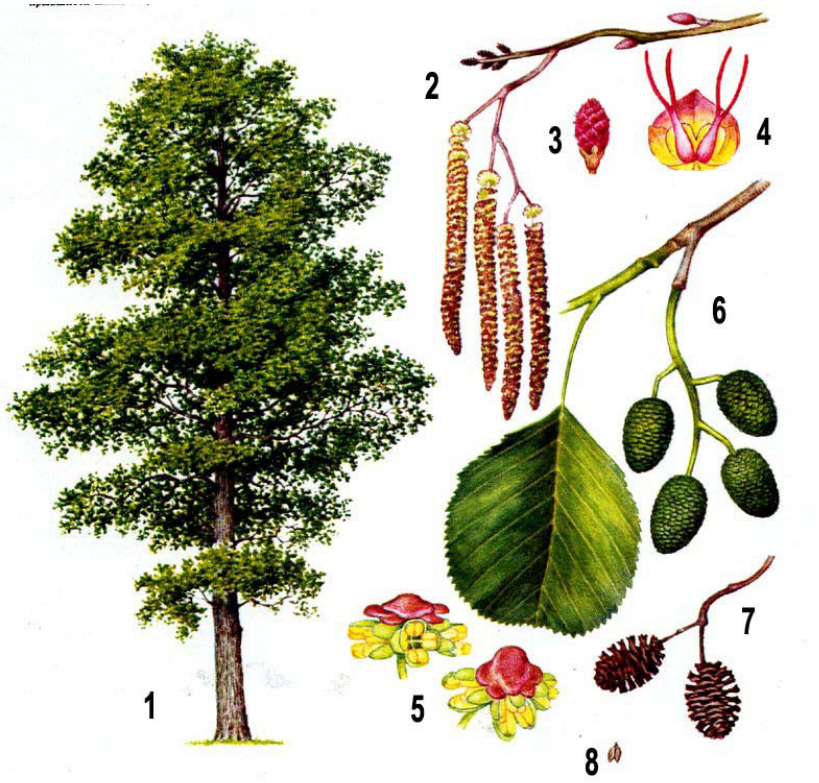


Рис.2.33. Ольха черная: 1 – общий вид, 2 – ветвь с мужскими и женскими соцветиями, 3 – женское соцветие, 4 – женский цветок, 5 – мужские цветки, 6 – ветвь с нераскрывшимися соплодиями (шишечками), 7 – раскрывшиеся шишечки, 8 – семянка

Крона пирамидальная или яйцевидная в молодости, со временем становится округлой (окружность в это время достигает 12 м и более). Растет быстро, особенно в возрасте с 5 до 10 лет. Полного развития достигает в 50–60 лет. Живет обычно до 80-100 лет, хотя известны и 300-летние экземпляры. Пневую поросль дает до 60 лет, самую обильную в возрасте 20–40 лет. Корневых отпрысков совершенно не дает. Корневая система поверхностная. На корнях образуются гроздьями клубеньки благодаря симбиозу с азотфиксирующими бактериями.

Ветви трехгранные или круглые, гладкие или с редкими волосками, в молодости клейкие, позднее лишь со светлыми желвачками, выделяющими смолистое вещество, которое образует на них смолистый налет, красноватые, бурые или зеленовато-бурые с хорошо заметными, довольно частыми рыжеватыми чечевичками. Кора ствола вначале зеленовато-бурая блестящая, усеянная поперечными светловатыми чечевичками, становится темной, почти черной или зеленовато-темно-коричневой, с возрастом трещиноватая. На старых стволах образуется черноватый слой корки.

Почки обратно-яйцевидные, тупые или островатые, длиной 9–15 мм, отклоненные, сначала клейкие, после сухие буровато-красные или темно-бурые, густо усаженные восковыми струпьями, на ножках с трехследным листовым рубцом. Листья супротивные (листорасположение по формуле

1⁄3), простые, округлые или обратно-яйцевидные, длиной 4–9 см, шириной 6–7 см, на концах тупые или с небольшой выемкой, у основания широко-клиновидные или округленные, в нижней части цельнокрайние, выше городчато-пильчатые или дваждыкрупнозубчатые, на черешках длиной 1–2 см. Молодые – клейкие, взрослые – сверху голые, темно-зеленые с обеих сторон, слабо блестящие, с точечными железками, снизу светлее, лишь с рыжими бородками волосков в углах жилок. Тычиночные цветки мелкие, состоят из четырехраздельного околоцветника с четырьмя тычинками с желтыми пыльниками; на три цветка имеется одна пятилопастная прицветная чешуйка. Цветет ранней весной, до появления листвы, в апреле – мае. Цветение до распускания листьев обеспечивает большие удобства для опыления цветков. Плод – шишка 1–2 см длиной и 2–2,5 мм шириной, вначале зеленая, к осени темно-красновато-бурая, яйцевидная, почти округлая. Плодоносит почти ежегодно, но обильно через 3–4 года. Годы со слабым урожаем случаются крайне редко. Деревья начинают плодоносить с 10–12-летнего возраста при росте на свободе и в 40-летнем возрасте в насаждениях. Всхожесть семян сохраняется два-три года.

Ареал ольхи черной (рис.2.32) включает зону умеренного климата в западной части Азии и почти всю Европу, северные страны Африки (Алжир, Марокко, Тунис). Широко распространена в лесной зоне Евразии и является характерным видом для таежной зоны.

В Республике Башкортостан встречаются оба вида ольхи (серая и черная), однако более широкое распространение имеет ольха серая. Ольха черная встречается редко в пределах среднегорного Южного Урала, Уфимского плато и в Зауралье. Ольха черная более требовательна к влажности почвы, поэтому обычно встречается на влажных, сырых и пойменных местах. В условиях периодического пойменного затопления она способна формировать чистые насаждения. Ольха серая встречается практически во всех лесорастительных районах Республики Башкортостан. Непоедаемость скотом позволяет ольхе серой расширять свои площади, особенно вокруг населенных пунктов.

Ива белая, Ветла (*Salix alba* L.) – дерево из рода Ива (*Salix* L.) семейства Ивовые (*Salicaceae* Mirb.). Дерево высотой 20–30 м с широкоокруглой, нередко плакучей кроной, мощным стволом диаметром до 3 м (зачастую стволов несколько), покрытым темно-серой корой (горькой на вкус), на старых стволах – грубо-продольно-трещиноватой (рис.2.34). Молодые побеги оливково-зеленые или красно-бурые, на концах серебристо-пушистые. Более старые побеги голые, гибкие, неломкие, блестящие, желтовато-красно-бурых тонов. Нижние ветви часто склоняются до самой земли.

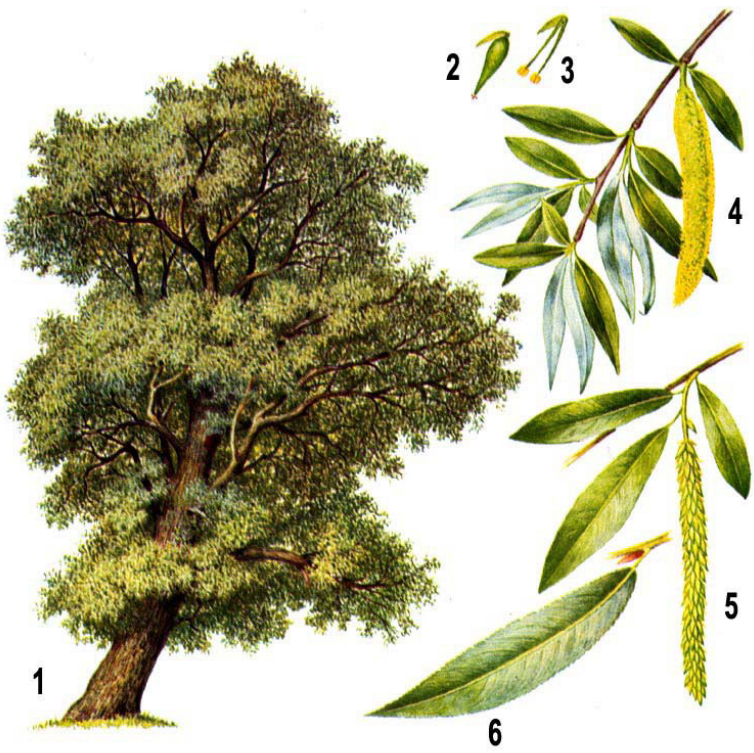


Рис.2.34. Ива белая (ветла): 1 – общий вид, 2 – женский цветок, 3 – мужской цветок, 4 – мужская сережка, 5 – женская сережка, 6 – лист

Почки ланцетные красновато-желтые шелковистые, сплюснутые, с хорошо заметными боковыми килями, острые, длиной 6 мм, шириной около 1,5 мм, прижаты к побегу. Почечная чешуя одна в виде колпачка. Листья очередные, узколанцетные или ланцетные, мелкопильчатые или цельнокрайние (края не завернуты книзу) с заостренной верхушкой, длиной 5–15 см, шириной 1–3 см, при распускании – беловатые, опушены прижатыми серебристыми волосками; позже – сверху темно-зеленые голые, снизу серебристые опушенные. Прилистники мелкие, узколанцетные, железистые, рано опадающие, серебристо-пушистые. Черешок листа длиной 0,2–1 см с одной парой железок возле основания пластинок. Осенью листья приобретают бронзово-желтую окраску, держатся на ветвях долго.

Цветки собраны в рыхлые цилиндрические, довольно толстые сережки длиной 3–5 см. Прицветные чешуи желтоватые или зеленоватые, вогнутые, волосистые у основания, у женских цветков рано опадающие. Тычинок две свободных, внизу волосистых; пыльники ярко-желтые, позже красноватые; нектарников два, передний и задний, иногда раздвоенных. Завязь яйцевидно-коническая тупая голая. Столбик короткий или очень короткий, часто несколько раздвоенный; рыльце желтое раздвоенное с продолговатыми лопастями. Плоды – коробочки длиной 4–6 мм, на ножках длиной до 1 мм. Цветет в апреле – мае одновременно с распусканием листьев. Семена созревают в мае–июне.

Ива белая повсеместно произрастает в Европе (за исключением Крайнего Севера), в Западной Сибири, Малой Азии, Иране (рис.2.35). Ива белая натурализовалась в Северной Америке и Средней Азии. Обычное дерево Средней России.

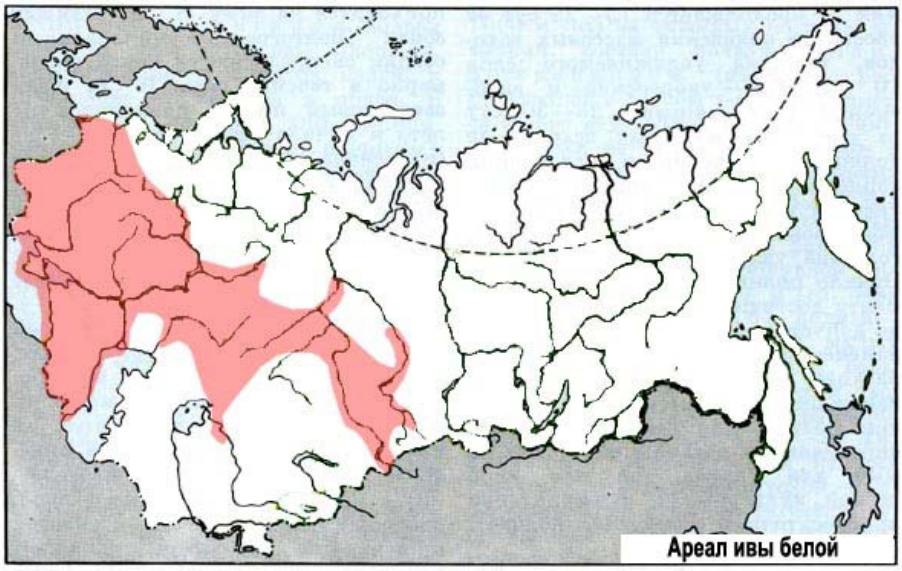


Рис.2.35. Ареал ивы белой в пределах территории бывшего СССР (Лесная энциклопедия, 1985)

В пределах Республики Башкортостан ива белая является единственным представителем древовидных ив во флоре. Довольно часто встречается в Предуралье, но чистые насаждения формирует редко. Является хорошим берегоукрепителем и медоносом.

2.3. Древесные и кустарниковые виды, занесенные в Красную книгу Республики Башкортостан

В Красную книгу Республики Башкортостан включены 7 древесно-кустарниковых видов, большинство которых принадлежит семейству Ивовые.

Ива деревцевидная (*Salix arbuscula* L.). Краткое описание. Стелющийся раскидисто-ветвистый кустарник до 30 см высотой. Ветви голые, обычно каштановые. Почки голые, мелкие, острые. Прилистники полуяйцевидные или яйцевидно-ланцетные, железисто-зубчатые, рано опадающие. Листья яйцевидные продолговатые или ланцетные отдаленно-зубчатые 2–5 см длиной и до 2 см шириной; сверху темно-зеленые блестящие, снизу – сизоватые. Мужские сережки почти сидячие, женские – на олиственных ножках. Завязь яйцевидно-коническая, шелковисто-волосистая, реже голая буроватая, на короткой ножке или сидячая.

Нектарник один. Размножается семенами и корневищами. Сережки распускаются одновременно с листьями или позже. Цветет в июне.

Произрастает в горных тундрах, встречается на горе М.Иремель. Статус – II категория. Уязвимый вид. Охраняется в пределах природного парка «Иремель».

Ива арктическая (*Salix arctica* Pall.). Распростертый кустарник с мощной корневой системой с шишковато-укороченным главным стволиком. От ствола отходят ветви 50 см длиной. Листья сверху с ровной поверхностью, снизу со слабо выступающими жилками, бледно-зеленые или сизоватые, по форме яйцевидные с округлой верхушкой и цельным краем. Сережки верхушечные, торчат кверху 2–3 см длиной, на длинных ножках, при плодах сильно удлиняются. Прицветные чешуи широкие темные, тупые, с длинными волосками. Нектарник – 1. Тычинок – 2 свободных голых. Завязь с короткими, позднее опадающими волосками. Размножение семенное. Сережки развиваются одновременно с листьями или немного раньше. Цветет в июне – августе.

Произрастает в каменистых горных тундрах. Встречается на горе М. Иремель. Статус – III категория. Редкий вид. Реликт арктической флоры. Охраняется в пределах природного парка «Иремель».

Ива черничная (*Salix myrtilloides* L.). Низкий прямостоячий кустарник до 40–100 см высотой. Кора внизу ствола серая, молодые побеги голые, годовалые желтовато-коричневые. Прилистники мелкие, ланцетные или яйцевидные. Листья тонкие, 1–3,5 см длиной и 0,7–1,5 см шириной, яйцевидные, эллиптические или продолговато-эллиптические, цельнокрайние, реже слегка зубчатые. Сережки редкоцветковые, пыльниковые – цилиндрические, пестичные – яйцевидные, развиваются одновременно с листьями, при плодах практически не удлиняются. Прицветные чешуи яйцевидные или лопатчато-округлые, почти голые. Тычинок 2 свободных волосистых. Завязь 3–4 мм длиной, яйцевидноконическая голая. Размножается семенами. Цветет в мае–июне.

Произрастает на сфагновых болотах Южного Урала. Статус – III категория. Редкий вид. Охраняется в пределах Южно-Уральского государственного заповедника (гора Ямантау), необходимо организовать памятники природы в местах обитания (сфагновые болота).

Ива грушанколистная (*Salix pyrolifolia* Ledeb.). Краткое описание. Деревце или кустарник 2–8 м высотой с желтовато-бурыми или серо-каштановыми обычно голыми ветвями. Почки яйцевидные острые. Прилистники округло-почковидные или округло-сердцевидные зубчатые крупные. Листья тонкие, голые, сверху зеленые, снизу беловато-сизые, яйцевидные или яйцевидно-эллиптические, по краю пильчатые. Сережки сидячие или на короткой ножке цилиндрические, плотные. Прицветные чешуи около 2 мм длиной продолговатые бледно-бурые, длинноволосистые. Тычинок 2 свободных голых до 8 мм длиной. Завязь 5

мм длиной, часто изогнутая, узкоконическая голая зеленая с коротким столбиком. Коробочка до 7 мм длиной. Размножается семенами. Сережки развиваются раньше листьев. Цветет в мае.

Произрастает в Предуралье, на Южном Урале и в Зауралье. Предпочитает долины рек, сырые низины и окраины болот. Статус – III категория. Редкий вид. Охраняется в пределах Башкирского государственного заповедника, природных парков «Асылыкуль» и «Кандрыкуль».

Ива Старке, ива голубоватая (*Salix starkeana* Willd.). Кустарник от 40 до 150 см высотой. Зрелые побеги и листья голые. Ветви каштаново-бурые. Листья обратнояйцевидные или эллиптические, длина в 2 раза больше ширины, они цельнокрайние или мелкозубчатые плоские не морщинистые. Черешки короткие. Прицветные чешуи бледные или буроватые, волосистые. Генеративные почки узкотреугольно-ланцетные, со сплюснутым носиком. В начале цветения молодые сережки и катафиллы сильно шелковистые. Завязь серая шелковистая. Генеративные почки весной раскрываются быстрее вегетативных. Размножается семенами.

Произрастает в Предуралье и на Южном Урале. Предпочитает сырые низины и болота. Статус – II категория. Уязвимый вид. Охраняется в пределах заповедника «Шульган-Таш», природных парков «Асылыкуль», «Кандрыкуль» и памятников природы – болота «Тыгынское» (Белорецкий район), «Каракулевское» (Дуванский район), «Лагеревское» (Салаватский район).

Яблоня лесная (*Malus sylvestris* Mill.). Дерево до 10–15 м высотой. Листья широкояйцевидные 2–10 см длиной, 1–4,8 см шириной, у основания чаще округленные, на верхушке тупые, внезапно суженные в короткое, но хорошо выраженное остроконечие, по всему краю обычно мелкопильчато-зубчатые, снизу с густым, остающимся, но во взрослом состоянии обычно слабо выраженным, тонким войлочным опушением. Цветки в 3–4-цветковых зонтиковидных соцветиях, белые или розоватые. Плоды около 2–2,5 см в диаметре, шаровидные желтые. Размножение семенное. Цветет в мае.

Произрастает в Предуралье, встречается в лесах. Статус – III категория. Редкий вид. Рекомендуется сохранение отдельных деревьев в лесах.

Роза колючейшая (*Rosa pimpinellifolia* L.). Невысокий кустарник 50–150 см высотой с прямостоячими ветвями, густо покрытыми тонкими, несколько отклоненными шипами и шипиками различных размеров. Листья с 5–11 голыми листочками. Цветки одиночные белые или желто-белые. Плоды черноватые шаровидные или немного длиннее своей ширины. Размножается семенами и вегетативно. Цветет в мае–июне.

Произрастает в Предуралье, предпочитает каменистые склоны и обнажения горных пород. Статус – II категория. Уязвимый вид. В качестве охраны предлагается создать несколько памятников природы.

Вопросы для самоконтроля:

1. Какие основные древесные и кустарниковые виды произрастают в Республике Башкортостан?
2. Какие виды хвойных древесных растений произрастают в Республике Башкортостан?
3. Какие виды широколиственных древесных пород произрастают на территории Республики Башкортостан?
4. Какие виды мелколиственных древесных пород произрастают на территории Республики Башкортостан?
5. Какие виды древесно-кустарниковых растений занесены в Красную книгу Республики Башкортостан?

ГЛАВА 3. ЛЕСОПАТОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ЛЕСОВ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН

3.1. Краткая лесопатологическая характеристика лесов Республики Башкортостан

Обзор санитарного и лесопатологического состояния лесов Республики Башкортостан, составленный на основании данных лесопатологического мониторинга Центра защиты леса Республики Башкортостан, отчетов лесничеств, а также данных статистических отчетов Министерства лесного хозяйства Республики Башкортостан показывает, что общая площадь ослабленных и погибших насаждений под действием различных факторов составляет около 0,66% от лесопокрытой площади. Наибольшую часть лесов с неудовлетворительным санитарным состоянием занимают лиственные насаждения – 82,2% от общей площади ослабленных и усыхающих насаждений, из них 40% составляют насаждения с преобладанием березы повислой.

Преобладающими факторами, вызывающими ослабление и гибель лесов, являются болезни. Общая площадь погибающих по этой причине лесных насаждений составляет около 75,1% от всей площади погибших насаждений. Кроме болезней и неблагоприятных почвенно-климатических факторов окружающей среды, на санитарное состояние лесов оказывают негативное влияние лесные пожары. Основными причинами возникновения возгораний, как правило, являются грозовые разряды и неосторожное обращение населения с огнем. Большинство пожаров в Республике Башкортостан приходятся на Южно-Уральский горнолесной лесозащитный район.

Климатические факторы самым непосредственным образом влияют на распространение вредителей леса. Так, при условии наступления теплой влажной весны можно прогнозировать увеличение площади очагов болезней леса. Это связано с образованием в побегах широких сосудов, по которым возбудители заболеваний легче проникают вглубь растения. Вследствие накопления спелых и перестойных насаждений в лесном фонде на всей территории республики можно прогнозировать увеличение площади очагов различных видов трутовых грибов. Периодические засухи, повышения уровня грунтовых вод, ураганные ветры, лесные пожары вызывают ослабления лесов, в результате возникают очаги стволовых вредителей. Негативное влияние на состояние лесных насаждений также оказывают антропогенные факторы: несвоевременное проведение лесохозяйственных мероприятий, механические повреждения стволов, прогон и пастьба скота.

В таблице 3.1 представлены данные анализа динамики гибели лесов Республики Башкортостан, причины, вызывающие их усыхание и ослабление, которые объединены в 6 групп:

- лесные пожары;
- повреждение насекомыми;
- неблагоприятные погодные условия и почвенно-климатические факторы;
- болезни леса;
- повреждение дикими животными;
- антропогенные и непатогенные факторы.

Данные анализа показывают, что болезни леса – основная причина ослабления и усыхания лесных насаждений в республике, общая площадь которых составляет 17 259,07 га или 50,4% от общей площади насаждений с нарушенной и утраченной устойчивостью. Площади насаждений, ослабленных в результате воздействия неблагоприятных погодных условий и почвенно-климатических факторов, которые есть почти во всех лесничествах республики, составляют 30,5% от общей площади насаждений с нарушенной и утраченной устойчивостью. От негативного воздействия лесных пожаров ослабевают и гибнут 10,6% нарушенных и утраченных устойчивость насаждений. Площади, поврежденные насекомыми, составляют 7,4% от общей площади насаждений с нарушенной и утраченной устойчивостью. Воздействие прочих неблагоприятных факторов, таких, как антропогенные и непатогенные, а также повреждение дикими животными, проявлялось менее масштабно, и в результате их негативного воздействия площадь таких ослабленных насаждений составляет суммарно 1,1% от общей площади насаждений с нарушенной и утраченной устойчивостью.

Данные лесопатологического мониторинга показывают, что наиболее подверженные воздействию неблагоприятных факторов являются:

– чистые, средневозрастные и приспевающие, а также спелые и перестойные, среднеполнотные, среднебонитетные березовые насаждения;

– чистые или с преобладанием главной породы (от 5 до 7 единиц состава) средневозрастные и приспевающие, а также спелые и перестойные, среднеполнотные, средне и высокобонитетные еловые насаждения;

– чистые, средневозрастные и приспевающие, низкополнотные, среднебонитетные сосновые насаждения.

Основные причины, вызывающие ухудшение состояния в березовых насаждениях, являются болезни леса, в еловых – болезни и вредители леса, в сосновых – лесные пожары.

Таблица 3.1

Распределение площади насаждений с нарушенной и утраченной устойчивостью по величине усыхания и причинам ослабления и гибели на конец 2013 года (Обзор санитарного и лесопатологического состояния…, 2014)

Причина ослабления (гибели)	Площадь насаждений с наличием усыхания на конец года, га					В том числе погибшие насаждения		
	всего	в том числе по степени усыхания				за текущий год		оставшиеся на корню, на конец текущего года, га
		≤ 4%	4,1-10%	10,1-40%	> 40%	площадь, га	запас, дес. $м^3$	
Лесные пожары	3 620,79	47,60	1 144,25	1 382,97	1 045,97	186,55	2 680,90	146,7
Повреждения насекомыми	2 545,85	1 567,60	362,90	476,65	138,70	37,8	878,55	18,7
Неблагоприятные погодные условия и почвенно-климатические факторы	10 442,61	260,40	4 582,90	5 001,69	597,62	160,21	1 825,88	152,41
Болезни леса	17 259,07	695,80	5 838,12	8 193,24	2 531,91	1 249,58	1 7976,36	968,34
Повреждения дикими животными	81,40		74,60	6,80				
Антропогенные факторы	235,20	21,10	134,00	48,50	31,60			
в том числе промышленные выбросы	26,2				26,2			
Непатогенные факторы	45,70		32,70	13,00				
Всего	**34 230,62**	**2 592,50**	**12 169,47**	**15 122,85**	**4 345,80**	**1 634,14**	**2 3361,69**	**1 286,15**

Наиболее устойчивые к различным как патогенным, так и погодно-климатическим факторам являются сосновые насаждения всех возрастов с примесью (до 5 единиц) лиственных пород. Березовые насаждения в Республике Башкортостан также считаются достаточно устойчивыми (за исключением Зауралья), однако сильные засухи оказывают на них сильное негативное влияние. И если несколько лет назад бактериальное заболевание березы было распространено, в основном, в березняках Зауралья, то за последние годы оно распространилось практически по всей территории лесного фонда Республики Башкортостан, где имеются березовые насаждения. Немалую негативную роль на санитарное состояние лесов оказывают неблагоприятные погодные условия, а именно воздействие ураганных ветров, высокие температуры, засуха, изменение уровня грунтовых вод.

Общая площадь очагов вредителей леса по состоянию на 01.01.2014 г. составляет 2 338,1 га, что более чем 6 раз меньше по сравнению с данным на начало 2013 г. Это связано с затуханием очагов сибирского шелкопряда (*Dendrolimus sibiricus* Tschetw.) и непарного шелкопряда (*Lymantria dispar* L.) под влиянием естественных факторов и регулярно проводимых лесозащитных мероприятий. Площадь болезней леса незначительно возросла. По состоянию на 01.01.2014 г. в лесном фонде на территории Республики Башкортостан зарегистрированы очаги массового размножения следующих видов вредителей: златка ивовая минирующая (*Trachys minuta* L.) – 1 566,5 га; короед-типограф (*Ips typographus* L.) – 771,6 га. В таблице 3.2 указаны сведения о наличии очагов вредителей и болезней в насаждениях Республики Башкортостан за 2013 год.

На начало 2013 года очаги вредителей и болезней леса действовали на площади 24 103,9 га, в течение года выявлено насаждений, подвергшихся негативному воздействию данных факторов, на площади 7 792,5 га (53,2% от всей площади очагов на конец 2013 года), санитарно-оздоровительные мероприятия в очагах проведены на площади 4 144,7 га, затухло – 13 091,7 га.

На начало 2013 года очаги вредителей и болезней леса действовали на площади 24 103,9 га, в течение года выявлено насаждений, подвергшихся негативному воздействию данных факторов, на площади 7 792,5 га (53,2% от всей площади очагов на конец 2013 года), санитарно-оздоровительные мероприятия в очагах проведены на площади 4 144,7 га, затухло – 13 091,7 га. За 2013 год под воздействием естественных факторов затухли очаги сибирского шелкопряда на площади 5 903,7 га, непарного шелкопряда на площади 6 334,3 га, был ликвидирован очаг заболонника березового (*Scolytus ratzeburgi* Jans.) (14,0 га), незначительно увеличился очаг златки ивовой минирующей (с 1 387,1 га до 1 566,5 га).

Таблица 3.2

Сведения о наличии очагов вредителей и болезней в насаждениях Республики Башкортостан за 2013 год (Обзор санитарного и лесопатологического состояния…, 2014)

Повреждаемая порода	Вид вредителя/болезни	Площадь очагов, га						
		на начало отчетного месяца	выявлено за отчетный месяц	проведено мероприятий за отчетный месяц	ликвидировано проведенными мероприятиями за отчетный месяц	затухло под воздействием естественных факторов в отчетном месяце	на конец отчетного месяца	в том числе требует проведения мероприятий
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.
	Хвоегрызущие вредители							
Л	Шелкопряд сибирский	5 903,7				5 903,7		
	Итого хвоегрызущие вредители	**5 903,7**				**5 903,7**	**0,0**	**0,0**
	Листогрызущие вредители							
	Шелкопряд непарный	6 334,3				6334,3		
Кл, Лп	Златка ивовая минирующая	1 387,1	179,4			0,0	1566,5	
	Итого листогрызущие вредители	**7 721,4**	**179,4**	**0,0**	**0,0**	**6334,3**	**1566,5**	**0,0**
	Иные группы вредителей							
	Короед-типограф	455,1	971,4	626,7	626,7	28,2	771,6	771,6
Б	Заболонник березовый	14,0	0,0	14,0	14,0	0,0	0,0	0,0
	Итого иные группы вредителей	**469,1**	**971,4**	**640,7**	**640,7**	**28,2**	**771,6**	**771,6**
	Итого - вредители леса	**14 094,2**	**1 150,8**	**640,7**	**640,7**	**12 266,2**	**2 338,1**	**771,6**
	Болезни леса							
	Голландская болезнь ильмовых пород	1 347,9	567,9	273,8	273,8	78,1	1 563,9	1 563,9

Окончание таблицы 3.2

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.
Е, П	Рак ржавчинный пихты	47,4	100,5	60,1	60,1		87,8	87,8
С	Рак смоляной	103,7	1,9	44,6	44,6		61,0	61,0
С	Ржавчина хвои сосны	1,2					1,2	1,2
	Сосудистый микоз дуба	56,1		4,4	4,4		51,7	51,7
ЛИП	Некрозно-раковые заболевания	73,4		8,0	8,0	1,5	63,9	63,9
Т	Некроз тополя бурый	0,3				0,3		
	Итого сосудистые и некрозно-раковые заболевания	**1 630,0**	**670,3**	**390,9**	**390,9**	**79,9**	**1 829,5**	**1 829,5**
Б,Лп	Стволовые гнили	442,9	117,0	124,1	124,1	1,4	434,4	434,4
ЛИП,Б	Трутовик ложный	356,7	1097,0	219,9	219,9	7,2	1 226,6	1 226,6
Д	Трутовик ложный дубовый	198,9	61,8	52,9	52,9		207,8	207,8
ОС	Трутовик ложный осиновый	1 025,9	321,3	241,2	241,2	13,8	1 092,2	1 092,2
Д,Б	Трутовик настоящий	182,3	171,7	13,7	13,7		340,3	340,3
Д,ОС,Б	Трутовик серно-желтый	45,3					45,3	45,3
Е	Губка еловая		21,2				21,2	21,2
С	Губка сосновая		109,8	9,7	9,7		100,1	100,1
	Итого стволовые гнили	**2 252,0**	**1 899,8**	**661,5**	**661,5**	**22,4**	**3467,9**	**3 467,9**
ОС	Бактериальные заболевания	13,7	79,9	4,6	4,6	0,0	89,0	89,0
Б	Бактериальные заболевания березы	5 091,6	3 354,6	1 912,8	1 912,8	621,4	5 912,0	5912,0
	Итого бактериальные заболевания	**5 105,3**	**3 434,5**	**1 917,4**	**1 917,4**	**621,4**	**6 001,0**	**6 001,0**
С,Е,П	Корневая губка	913,4	438,3	462,3	462,3	73,6	815,8	815,8
С,Е,П	Корневая губка	109,0	198,9	72,0	72,0	28,2	207,7	207,7
	Итого корневые гнили	**1 022,4**	**6 37,2**	**534,3**	**534,3**	**101,8**	**1 023,5**	**1 023,5**
	Итого - болезни леса	**10 009,7**	**6 641,8**	**3 504,1**	**3 504,1**	**825,5**	**12 321,9**	**12 321,9**
	Итого по Республике Башкортостан	**24 103,9**	**7 792,6**	**4 144,8**	**4 144,8**	**13 091,7**	**14 660,0**	**13 093,5**

В целом можно прогнозировать незначительное ухудшение санитарного состояния лесов Республики Башкортостан в силу следующих факторов:

1. Неполного использования расчетной лесосеки, накопления спелой и перестойной древесины;

2. Увеличения воздействия на окружающую среду антропогенных факторов (эксплуатация новых гидротехнических сооружений);

3. Ослабления и гибели березовых насаждений в результате поражения фитопатогенными бактериями;

4. Ослабления насаждений в результате объедания насекомыми вредителями при возникновении очагов листогрызущих вредителей;

5. Возникновения локальных очагов вредителей в еловых насаждениях Республики Башкортостан;

6. Увеличения дефицита почвенной влаги в последние годы и изменения уровня грунтовых вод под действием почвенно-климатических факторов, в первую очередь в насаждениях, произрастающих в поймах рек;

7. Возникновения локальных очагов стволовых вредителей в сосновых насаждениях, пройденных низовыми пожарами.

3.2. Лесозащитное районирование Республики Башкортостан

Лесозащитное районирование – вид специального природного районирования, результатом которого является разделение территории лесного фонда на части по принципу общности комплексов насекомых и болезней леса, их вредоносности с учетом санитарного и лесопатологического состояния насаждений. Результатом лесозащитного районирования является определение зон слабой, средней и сильной лесопатологической угрозы. Данное районирование разработано сотрудниками филиала ФБУ «Рослесозащита» «Центр защиты леса Республики Башкортостан» и предложено для применения лесозащитного районирования территории Республики Башкортостан. В основу лесозащитного районирования положены данные о степени повреждения лесов с учетом целевого назначения лесов, их экологической и хозяйственной ценности.

Данное лесозащитное районирование территории Республики Башкортостан основано на сочетании двух методов: метода учета ведущих факторов и метода наложения. Границы районов установлены путем выявления различий внутри районируемой территории и проведены в местах, где совпадали границы различных видов районирования, или, если такого совпадения не имелось, в местах, где наблюдается исчезновение признаков одних и появление характерных признаков других районов.

Методика расчетов для определения зон лесопатологической угрозы основано на «Руководстве по проектированию, организации и ведению лесопатологического мониторинга» (2007). Для определения зон лесопатологической угрозы проводится анализ по 8 показателям:

1. Интенсивность воздействия неблагоприятных факторов – рассчитывается как отношение суммы площадей очагов вредителей, болезней леса, пожаров и других факторов ослабления (га) ко всей покрытой лесом площади (тыс. га), умноженное на 10.

2. Суммарная вредоносность неблагоприятных факторов является интегральным показателем и рассчитывается в баллах по формуле:

$$B_p = K_1 \cdot B_{p_1} + K_2 \cdot B_{p_2} + K_3 \cdot B_{p_3} + \cdots + K_i \cdot B_{p_i}$$

где, K_i – доля данного неблагоприятного фактора от общей площади воздействия неблагоприятных факторов, принятых за единицу;
Bp_i – балл вредоносности для i-того фактора из таблицы.

3. Объемы санитарно-оздоровительных мероприятий – сумма площадей пройденных сплошных и выборочных санитарных рубок (га).

4. Объемы мер по локализации и ликвидации очагов вредных организмов – сумма площади всех видов истребительных мероприятий в очагах вредителей и болезней (га).

5. Интенсивность усыхания лесов рассчитывается как отношение площади погибших насаждений (га) ко всей покрытой лесом площади (тыс. га), умноженное на 100.

6. Оценка лесов с нарушенной устойчивостью – отношение площади насаждений неудовлетворительного санитарного состояния (га) ко всей покрытой лесом площади (тыс. га), умноженное на 10.

7. Экологическая оценка лесов – доля защитных лесов и особо охраняемых природных территорий от всей покрытой лесом площади (%).

8. Хозяйственная оценка лесов – доход от реализации древесины и других полезностей леса (тыс. руб.), приходящийся на тыс. га покрытой лесом площади.

Ранжирование значений средних показателей районирования учитывается по 5 балльной шкале. Результаты балльной оценки различных факторов сводятся в таблицу (таб.3.3) для интегральной (суммарной) оценки. Полученная общая оценка используется для предварительного отнесения территории лесничеств к одной из лесозащитных зон – слабой, средней и сильной лесопатологической угрозы.

Значения для отнесения к зонам лесозащитной угрозы таковы:

– зона слабой лесопатологической угрозы (общая оценка до 5–10 баллов);

– зона средней лесопатологической угрозы (общая оценка 10–25 баллов);

– зона сильной лесопатологической угрозы (общая оценка выше 25 баллов).

Таблица 3.3

Шкала балльной оценки показателей районирования

Показатели районирования	Оценка в баллах				
	1	2	3	4	5
Интенсивность воздействия неблагоприятных факторов (усл. ед.)	0,1-10	10,1–30,0	30,1–70,0	70,1–100,0	> 100,0
Суммарная вредоносность неблагоприятных факторов (баллы)	< 1,0	1,1–3,0	3,1–5,0	5,1–7,0	> 7,0
Объемы санитарно-оздоровительных лесозащитных мероприятий (га)	0–100	101–300	301-700	701-1000	>1000
Объемы истребительных лесозащитных мероприятий (га)	0–100	101–300	301-700	701-1000	>1000
Интенсивность усыхания лесов (усл. ед.)	0–100	101–300	301-700	701-1000	>1000
Доля лесов с нарушенной устойчивостью (усл. ед.)	0–100	101–300	301-700	701-1000	>1000
Экологическая оценка лесов(%%)	0–10	11–30	31-60	61-90	>90
Хозяйственная оценка лесов (тыс. руб.)	<10	11–20	21-30	31-40	>40

Следует учитывать, что не обязательно в каждом субъекте РФ должны присутствовать все три зоны лесопатологической угрозы. Полученная общая оценка используется для отнесения территории лесничеств к одной из зон лесопатологической угрозы – слабой, средней и сильной. Затем на основании однородности лесохозяйственных и лесорастительных условий распространения основных лесообразующих пород в пределах зон лесопатологической угрозы выделяются лесозащитные районы. С этой целью используются лесорастительные, лесохозяйственные, лесотаксационные, лесоэкономические, ландшафтные и другие карты, которые как бы накладываются друг на друга.

На основании обзоров санитарного и лесопатологического состояния лесов и отчетных форм по лесному хозяйству Министерства лесного хозяйства Республики Башкортостан с учетом интегральной оценки в Республике Башкортостан выделено 4 лесозащитных района, из них 2

района отнесены к зоне средней лесопатологической угрозы и 2 района к зоне сильной лесопатологической угрозы. Зона слабой лесопатологической угрозы на территории республики не выделялась.

1. Предуральский лесостепной лесозащитный район (зона сильной лесопатологической угрозы);

2. Предуральский лесной лесозащитный район (зона средней лесопатологической угрозы);

3. Южно-уральский горно-лесной лесозащитный район (зона средней лесопатологической угрозы);

4. Зауральский горно-лесостепной лесозащитный район (зона сильной лесопатологической угрозы).

Таким образом, при лесозащитном районировании учтен опыт предыдущих исследователей в области районирования территории республики, т.е. выделены основные части: Предуральская равнинная, горная часть Южного Урала и Зауральская (рис. 3.1)

Краткая характеристика основных причин, оказывающих негативное влияние на состояние лесов и вызывающих их ослабление.

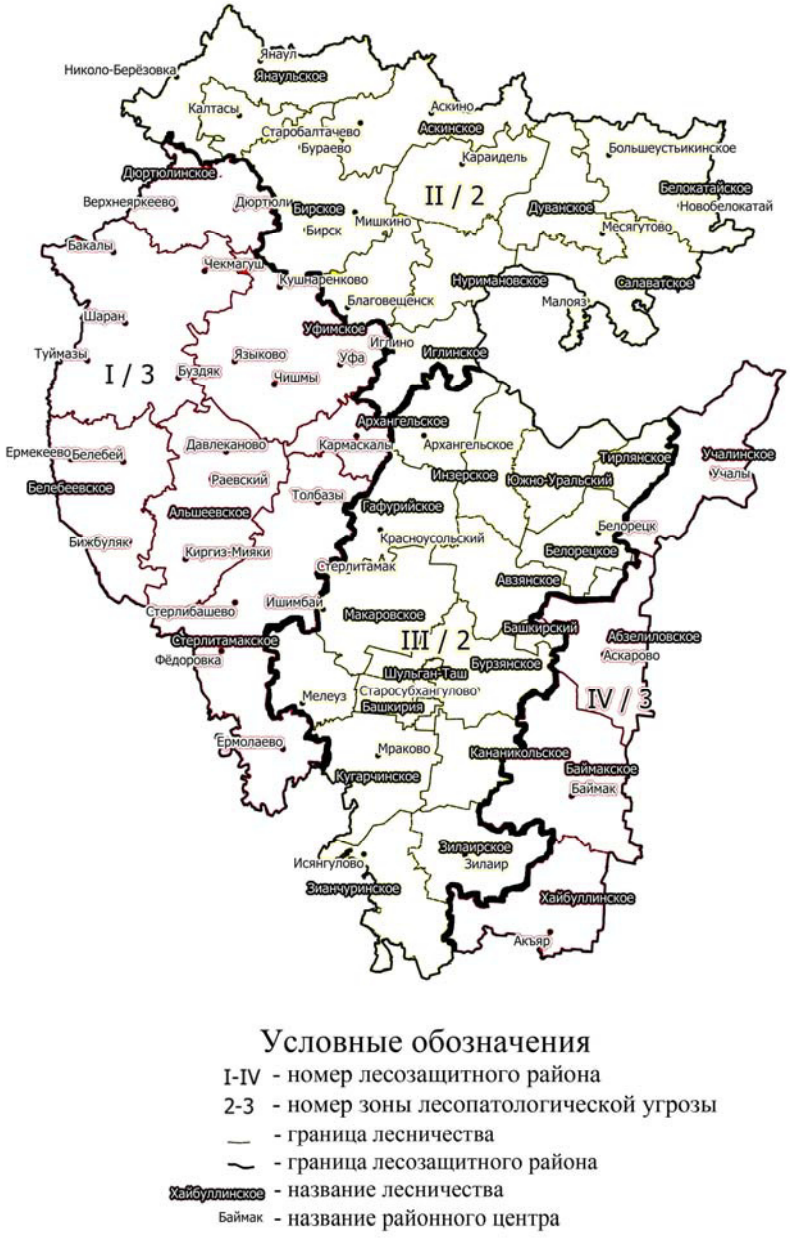
1. Предуральский лесостепной лесозащитный район (зона сильной лесопатологической угрозы).

Район расположен в зоне периодических вспышек массового размножения хвое- и листогрызущих вредителей.

Наиболее вредоносными для хвойных насаждений с учетом того, что основная часть хвойников представлена молодняками искусственного происхождения сосны и подпологовыми культурами ели являются рыжий сосновый пилильщик (*Neodiprion sertifer* Geoffr) и обыкновенный еловый пилильщик (*Pristiphora abietina* Christ.); для более взрослых насаждений угрозу представляют сосновый коконопряд (*Dendrolimus pini* L.), сосновая совка (*Panolis flammea* Schiff.), сосновая пяденица (*Bupalus piniarius* L.).

В лиственных древостоях регистрировались вспышки массового размножения следующих видов вредителей: зеленая дубовая (*Tortrix viridana* L.) и боярышниковая (*Tortrix crataegana* Hb.) и другие виды листоверток, непарный (*Lymantria dispar* L.) и кольчатый (*Malacosoma neustria* L.) шелкопряды, лунка серебристая (*Phalera bucephala* L.).

Из иных групп вредителей периодически регистрируются локальные очаги соснового подкорного клопа (*Aradus cinnamomeus* Panz.), шишковой огневки (*Dioryctria abietella* F.) и шишковой листовертки (*Cydia strobilella* L.), короеда типографа (*Ips typographus* L.), различных видов хвойных и лиственных усачей (сем. *Cerambycidae*).



Условные обозначения

I-IV - номер лесозащитного района

2-3 - номер зоны лесопатологической угрозы

— - граница лесничества

~ - граница лесозащитного района

Хайбуллинское - название лесничества

Баймак - название районного центра

Рис.3.1. Схема лесозащитного районирования Республики Башкортостан

Из болезней наиболее широко распространены следующие виды: в хвойных – корневая губка (*Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref. =*Fomitopsis annosa* (Fr.) Karst.), смоляной рак серянка (*Cronartium flaccidum* (Alb. et Schw.) Wint. и *Peridermium pini* (Willd.) Kleb.), сосновая (*Phellinus pini* Pil.), еловая (*Phellinus abietis* Karst.) и др. виды губок; в лиственных – настоящий (*Fomes fomentarius* Gill.) и ложный (*Phellinus igniarius* Quel.) трутовики, поперечный рак (*Pseudomonas quercina* Schem.), сосудистые микозы (возбудители сумчатые грибы из рода *Ceratocystis*), голландская

болезнь (*Ophiostoma ulmi* (Buisman) Nannf.), бактериозы (возбудитель фитопатогенные бактерии рода *Erwinia*).

Кроме того, достаточно регулярны и вредоносны следующие факторы: ураганные ветры, снеголомы, изменение уровня грунтовых вод, засоление почвы в результате добычи нефти, загрязнение почвы промвыбросами, техногенные аварии (разливы нефти).

2. Предуральский лесной лесозащитный район (зона средней лесопатологической угрозы).

На территории данного лесозащитного района вспышек массового размножения хвое- и листогрызущих насекомых не регистрировалось в течение длительного времени, однако локальные очаги непарного шелкопряда (*Lymantria dispar* L.) возникают достаточно регулярно. С учетом того, что на территории предуральского лесного лесозащитного района сосредоточено значительное количество ельников, то еловым насаждениям в значительной степени угрожает возникновение очагов короеда типографа (*Ips typographus* L.).

Список болезней и иных факторов, оказывающих негативное влияние на состояние древостоев, аналогичен предыдущему району, но проявляется в меньшей степени.

3. Южно-уральский горно-лесной лесозащитный район (зона средней лесопатологической угрозы).

В горно-лесной зоне республики сосредоточены массивы хвойных лесов. Учитывая большое количество хвойных лесов, а также их труднодоступность в виду слаборазвитой дорожной сети, основной причиной ослабления и гибели лесов являются лесные пожары. Кроме того, в связи с труднодоступностью в лесах происходит накопление перестойной древесины.

Из вредителей леса на территории Южного Урала наиболее распространены различные виды ксилофагов из семейства усачей (*Cerambycidae*), в первую очередь представители рода черных усачей (*Monochamus*), так же широко распространены различные виды из семейства златок (*Buprestidae*) и рогохвостов (*Siricidae*).

Вероятность возникновения очагов дендрофильных насекомых существует, однако в течение длительного периода вспышек массового размножения на территории Южного Урала не регистрировалось. Наиболее вероятно возникновение очагов сибирского шелкопряда (*Dendrolimus sibiricus* Tschetv.) и шелкопряда монашенки (*Lymantria monacha* L.) в хвойниках, а в лиственных древостоях непарного шелкопряда (*Lymantria dispar* L.).

4. Зауральский горно-лесостепной лесозащитный район (зона сильной лесопатологической угрозы).

Данный район так же как и Предуральский лесостепной лесозащитный район расположен в зоне периодических вспышек

массового размножения хвое- и листогрызущих вредителей. Наиболее опасными хвоегрызущими вредителями являются сибирский (*Dendrolimus sibiricus* Tschetv.) и сосновый коконопряды (*Dendrolimus pini* L.). В лиственных древостоях регистрировались вспышки массового размножения непарного шелкопряда (*Lymantria dispar* L.), лунки серебристой (*Phalera bucephala* L.), летне-осеннего комплекса листогрызущих (более 30 видов чешуекрылых).

Среди болезней наиболее широко распространены следующие виды: в хвойных – корневая губка (*Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref. =*Fomitopsis annosa* (Fr.) Karst.), смоляной рак серянка (*Cronartium flaccidum* (Alb. et Schw.) Wint. и *Peridermium pini* (Willd.) Kleb.); в лиственных – набольшую опасность представляет бактериальная водянка березы (*Erwinia multivora*).

Из других факторов значительную роль играют ураганные ветры, снеголомы и пожары.

3.3. Характеристика основных вредителей и болезней леса, распространенных на территории Республики Башкортостан

В лесах Республики Башкортостан обитает более 100 видов насекомых, которые являются вредителями леса. Основными хозяйственно опасными видами насекомых-вредителей леса на территории Республики Башкортостан являются представители отряда чешуекрылых, перепончатокрылых и жесткокрылых. Наиболее распространенными болезнями взрослых насаждений и молодняков на территории республики являются бактериальные, сосудистые, некрозно-раковые заболевания, стволовые, корневые и комлевые гнили. Далее приводится краткая характеристика основных вредителей и болезней леса, вызывающих ухудшение состояния и гибель древостоев на территории Республики Башкортостан.

3.3.1. Вредители молодняков

Сосновый подкорный клоп (*Aradus cinnamomeus* Panz.) – насекомое рода Подкорники (*Aradus* Fabricius) семейства плоские клопы (подкорники) (*Aradidae* Spinola) отряда полужесткокрылые или клопы (*Hemiptera* Linnaeus). Взрослое насекомое имеет ржаво-коричневое или темно-коричневое плоское тело с вытянутой головой, усики несколько длиннее головы (рис.3.2). Края щита закруглены и расширены. Тело сильно плоское (толщины бумаги), кзади расширено, с заметным краем брюшка. Самка достигает величины 4,5–5 мм, имеет охряную ржаво-коричневую окраску, количество самок в популяции составляет 60–70%.

Самки имеют две морфологически отличающиеся формы: макроптерная – крылатые самки, которые в оптимальных условиях развития довольно малочисленны (всего около 2%) и представляют собой морфологически-экологический вид приспосабливаемости, так как при ухудшении условий жизни их количество в популяции резко возрастает; самки бескрылые – брахиптерные, которые имеют только рудиментарные задние крылья - надкрылья, так что не могут летать. Самцы меньше, достигают величины 3,5–4 мм, имеют развитые полунадкрылья, но не имеют второй пары крыльев, так что не летают. Окраску имеют аналогичную самкам, но резко отличаются от самок формой верхней стороны последнего сегмента брюшка.

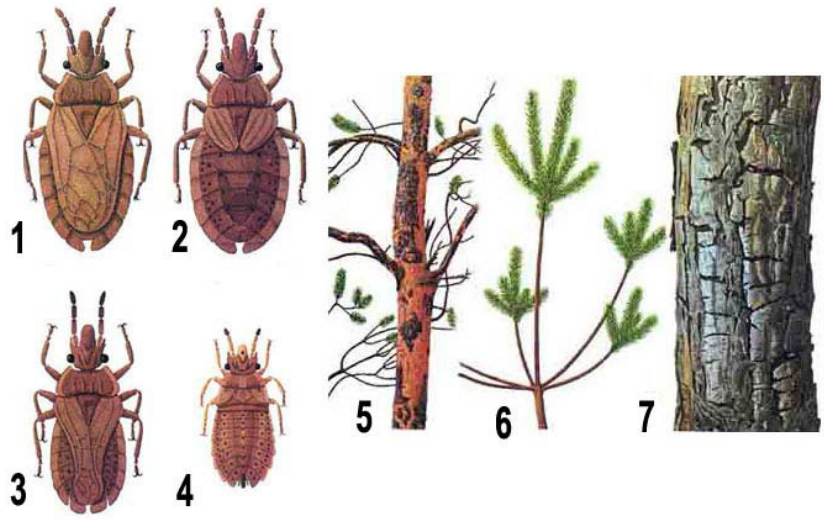


Рис.3.2. Сосновый подкорный клоп: 1 – крылатая самка, 2 – бескрылая самка, 3 – самец, 4 – личинка, 5 – отставание коры при повреждении сосновым клопом, 6 – потеря хвои у более старых деревьев в результате сосания клопов, 7 – поперечное растрескивание коры

Личинка окраской и формой тела похожа на взрослое насекомое, имеет, однако, сравнительно короче и толще усики, сама немного меньше, менее склеротизирована и до третьего возраста бескрылая; 4-й и 5-й возраста имеют зачатки крыльев в виде складки. Личинки имеют 5 возрастов. Взрослое насекомое имеет сосущие ротовые органы и колющие щетинки, которые достигают длины около 14 мм, так что в три раза длиннее, чем все тело клопа. Яички очень маленькие, сначала белые или серо-белые, постепенно приобретают желто-красный цвет и, наконец, бывают темно-красные или бурые.

В конце марта – начале апреля личинки и имаго покидают места зимовки и поднимаются на стволы сосны, чаще всего 8–13-летние деревья (иногда и на 6–8-летние лиственницы). Примерно в середине апреля начинается массовое спаривание и продолжается до начала мая. Оплодотворенные самки откладывают яички по одному и группами или

под чешуйки коры, или чаще на поверхность. Спустя 20–25 дней, как правило, в мае – июне с пиком в первой половине июня выходят молодые личинки, которые постоянно передвигаются на поверхности коры или в ее трещинах.

Расселение подкорного соснового клопа по насаждениям и формирование его очагов происходит с помощью длиннокрылых самок, способных к перелетам. В популяциях подкорного соснового клопа обычно выражено одно поколение, господствующее по уровню численности, т. н. летное поколение. Подкорный сосновый клоп повреждает стволы деревьев, высасывая содержимое клеток живых тканей. В местах высасывания образуется раневая паренхима, прерывающая водопроводящие пути и препятствующая подаче воды из корней в крону. В начальной стадии повреждения на поверхности древесины под корой появляются серебристо-белые пятна, которые постепенно желтеют, а затем буреют. Под корой образуются различной величины полости, заполненные смолой. В дальнейшем кора растрескивается, образуя смолоточащие язвы. Прирост падает, побеги укорачиваются, вершина часто усыхает. Наиболее вредоносен подкорный сосновый клоп в сосновых культурах.

По данным лесопатологических обследований в период с 2004 по 2013 годы очагов массового размножения соснового подкорного клопа на территории Республики Башкортостан не регистрировалось. Однако в 2006 году отмечался небольшой очаг заражения сосновым подкорным клопом на площади 4 га.

Хрущ июньский (*Amphimallon solstitialis* L.) – жук из рода Нехрущи (*Amphimallon* Lepeletier & Serville) семейства пластинчатоусых (*Scarabaeidae* Latreille) отряда Жесткокрылые (*Coleoptera* Linnaeus). Длина 15–16 мм. Жук темно-бурого цвета. Края грудного щита, усики и ноги красновато-желтые, надкрылья светло-желтые, блестящие с 4 выпуклыми продольными линиями (рис.3.3).

Грудь покрыта густыми, длинными пушистыми беловатыми волосками, брюшко с короткими беловатыми волосками, которые образуют по бокам треугольные пятна, а на заднем крае каждого кольца белые полоски. Усики 9-члениковые. Появляется в июне и начале июля и летает по вечерам часто в больших количествах вокруг деревьев. Днем жуки прячутся на земле. Копуляция совершается обыкновенно на деревьях.

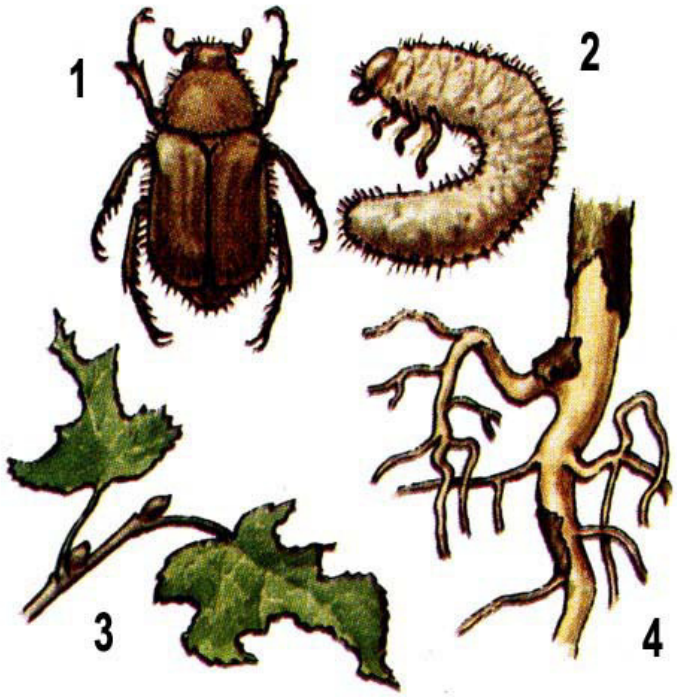


Рис.3.3. Июньский хрущ: 1 – жук, 2 – личинка, 3 и 4 – повреждения листьев и корней

Самки откладывают 20–30 яичек поодиночке в землю или под коровий помет. Личинки встречаются особенно часто в песчаной или суглинистой почве, углубляясь в нее на 10–12 см. Личинка очень похожа на личинку майского жука, но меньших размеров и с более тонкими ногами и длинными когтями на лапках. Три последние пары дыхалец меньше, чем остальные. Заднепроходное отверстие имеет вид трехлучевой звезды, последний сегмент брюшка снизу на конце покрыт большими крючкообразными жилами, цвет ее желтовато-белый. Личинки питаются корнями различных растений, в особенности злаков; замечено, что личинки иногда поедают друг друга. Взрослые особи объедают листья разных деревьев: тополей, ив, бука, сосны, фруктовых деревьев, молодые побеги растений, а иногда и цвет хлебных злаков. Наиболее страдают от него молодые сосны, хвою которых он сильно объедает.

По данным лесопатологических обследований в период с 2004 по 2013 годы очагов массового размножения хруща июньского на территории Республики Башкортостан не регистрировалось. Однако в 2009 году отмечался очаг заражения июньским хрущом на площади 450 га.

Медведка обыкновенная (*Gryllotalpa gryllotalpa* L.) – насекомое из рода Медведки (*Gryllotalpa* Latreille) семейства Медведки (*Gryllotalpidae* Leach) отряда Прямокрылые (*Orthoptera* Latreille). Взрослое насекомое длиной до 50 мм, обтекаемой цилиндрической формы, темно-бурого цвета сверху и буро-желтого с шелковистым отливом снизу (рис.3.4). Первая пара ног копательного типа – ноги широкие, толстые, изогнутые, сильно хитинизированы, снабжены несколькими заостренными зубчиками. С их

помощью медведка легко передвигается в почве. Вторая и третья пары ног бегательного типа; они обеспечивают насекомому возможность передвигаться по поверхности почвы. Ротовые органы направлены вперед. Усики довольно короткие, лишь немного заходят за переднеспинку. На конце брюшка 2 длинных хвостовых придатка – церки. Крылья хорошо развиты, прозрачные, в спокойном состоянии сложены. Надкрылья короткие кожистые. Яйца зеленоватые, овальные около 3 мм длины. Личинки (нимфы) похожи на взрослых насекомых, но без крыльев.

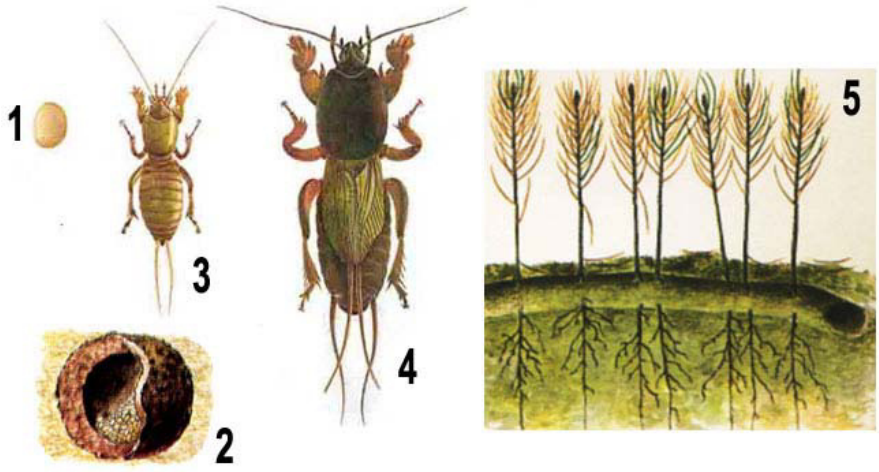


Рис.3.4. Медведка обыкновенная: 1 – яйцо, 2 – гнездо с яйцами, 3 – личинка 2-го возраста, 4 – взрослая особь, 5 – повреждения корешков сеянцев сосны

Взрослая медведка и ее личинки ведут подземный образ жизни. Предпочитают влажные, богатые органикой почвы. Очень редко они выходят на поверхность. Глубина обитания в почве зависит от ее температуры и влажности. Питаются преимущественно по ночам. В вечернее и ночное время могут совершать перелеты.

Весной самка откладывает яйца кучками от 35 до 300 штук в особое гнездо в почве на глубине от 1 до 20 см. На 10–40-й день (в зависимости от температуры) из яиц отрождаются личинки (нимфы). В 1-м возрасте их выкармливает самка, затем они питаются самостоятельно. Всего у медведки бывает 8–11 нимфальных возрастов. Откладка яиц растянута до осени, так что перезимовавшие личинки разных возрастов заканчивают свое развитие в разные сроки. До осени они питаются, передвигаясь в почве. Здесь же на глубине от 7 до 25 см личинки и взрослые особи зимуют и заканчивают развитие весной следующего года. Таким образом, весь цикл развития медведки продолжается 13–14 месяцев. В теплых парниках медведка пробуждается при температуре 12–15°С и начинает питаться в середине февраля – конце марта. Зимовавшие личинки продолжают развитие, а взрослые особи приступают к спариванию.

Повреждает сельскохозяйственные культуры, а также посевы в лесных питомниках, преимущественно вблизи водоемов и в других местах

с повышенной влажностью почвы. Среди повреждаемых лесных пород отмечаются ивы, тополь, сосна, ель, дуб, бук.

По данным лесопатологических обследований в период, с 2004 по 2013 годы очагов массового размножения медведки обыкновенной на территории Республики Башкортостан не регистрировалось. Результаты лесопатологических обследований показывают, что популяция медведки обыкновенной на территории Республики Башкортостан в ближайшие несколько лет будет находиться в депрессивном состоянии.

Побеговьюны (род *Rhyacionia* Hubner) – насекомые из семейства листовертки (*Tortricidae* Latreille) отряда Чешуекрылые (*Lepidoptera* Linnaeus). Гусеницы являются вредителями и питаются тканями почек, побегов или ветвей преимущественно различных видов сосен, а также других хвойных, что вызывает в дальнейшем искривление стволов, многовершинность, смоляные галлы и другие формы уродливости – отсюда и происходит название группы (рис.3.5).

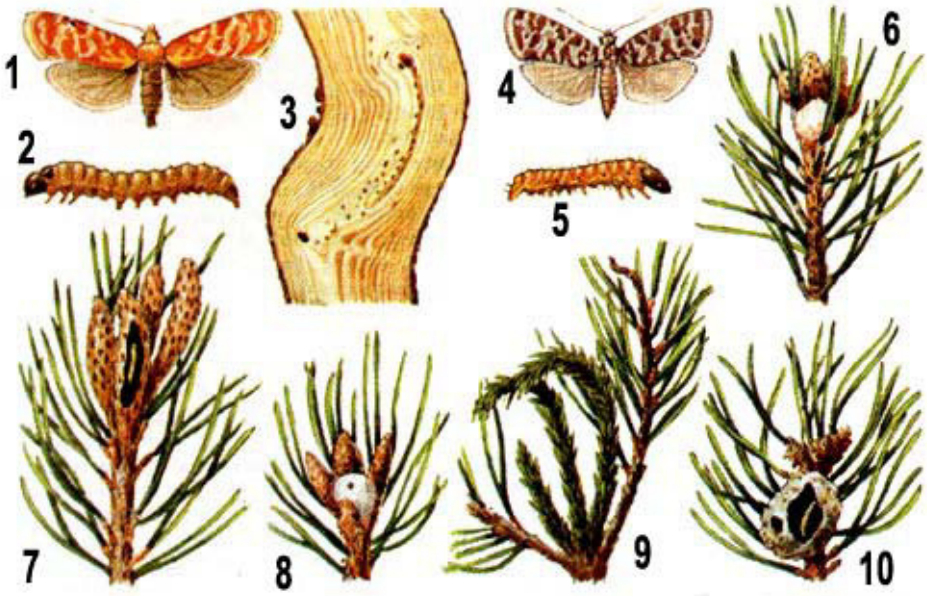


Рис.3.5. Побеговьюны: 1-3 – зимующий; 4-6 – смолевщик (4 – бабочка, 5 – гусеница, 6 – смоляной галл); 7-10 – поврежденная сосна побеговьюнами (7 – зимующим, 8 – почковым, 9 – летним, 10 – смолевщиком)

В Республике Башкортостан встречаются побеговьюн летний (*Rhyacionia duplana* Hb.), почковый (*Blastesthia turionana* Hb.), зимующий (*Rhyacionia buoliana* Schiff.), побеговьюн-смолевщик (*Retinia resinnella* L.).

Побеговьюн летний – бабочка в размахе крыльев 12–17 мм. Переднее крыло узкое, вытянутое с сильно скошенным наружным краем. Прикорневая половина крыла серовато-бурая, пересечена несколькими светлыми поперечными волнистыми линиями, состоящими из чешуек с белыми кончиками. Во внешней трети крыла основной серовато-бурый фон вытеснен чешуями яркого розовато-краснокоричневого цвета,

особенно интенсивно окрашивающего довольно широкую полосу вдоль внешнего края крыла. Бахромка серая с более темной линией у основания. Задние крылья буровато-серые. Яички лепешковидные. Гусеницы до 9 мм длиной, светло-желто-коричневая; кожа шагренированная. Голова темно-коричневая, затылочный щит светло-коричневый. Переднегрудной щит и грудные ноги светло-коричневые. Щитки хет тела очень маленькие, едва заметные, хеты короткие. Дыхальца крупные круглые, на переднегруди и восьмом брюшном сегменте в полтора раза крупнее остальных. Брюшные ноги с одноярусным венцом из 15–18 коготков, анальные – с 12 коготками в медиальной полуподкове. Анальный гребень отсутствует.

Куколка длиной до 9 мм вначале светло-желто-коричневая, затем несколько темнеет, с длинными крыловыми покрышками, с длинным лобным шипом и затылочными щетинками. На анальном сегменте 6 крючковидных шипиков. Повреждает преимущественно сосну обыкновенную.

Побеговьюн почковый – предпочитает поселяться в 6–16-летних культурах сосны и естественных молодняках. Лёт бабочек в конце мая и в начале июня. Самка откладывает яйца по одному на среднюю почку преимущественно верхушечного побега, гусеница выходит из яйца в конце июня и начале июля. Гусеницы выгрызают содержимое срединной почки главного побега, вызывая многовершинность.

Побеговьюн зимующий – бабочка в размахе крыльев 18–25 мм. Передние крылья оранжево-красные, пересечены светло-серыми металлически блестящими поперечными полосами. Задние крылья темно-серые. Бабочка характерного кирпично-красно-коричневого цвета, в размахе крыльев достигает 16–23 мм. Передние крылья очень светлые ржаво-красные с серебристыми поперечными волнистыми линиями. Задние крылья одноцветные серо-коричневые с желтоватой бахромой и темными разделяющими линиями. С точки зрения рисунка это очень вариабельный вид: имаго в северной области их распространения (разновидность *pinicolana* Dlbd.) крылья имеют темнее окрашенные и серебристые блестящие полосы на крыльях более выразительные; взрослые особи в южной области (разновидность *thuricifana* Led.) характеризуются более светлой окраской, только середина крыльев более темная. Яички откладывает поодиночке или по 2–3 на почки и кору молодого вершинного побега. Свежеотложенные – светло-желтые, продольно-овальные, снизу плоские, сверху немного выпуклые, размерами 1,1×0,8 мм. Оплодотворенные коричневеют и приобретают окраску, отвечающую цвету верхушечной почки сосны в это же время. В течение эмбрионального развития яйца еще несколько темнеют в результате просвечивания темноокрашенной головы и затылочного щитка, а также вытягиваются. Гусеница 16–17 мм, красновато-бурая с черной головой и бурым переднегрудным щитом. Анальный щит медово-желтый в мелких

бурых пятнышках. Щитки хет очень маленькие в виде круглых светло-коричневых бляшек у оснований хет; хеты короткие. Кожа сплошь покрыта субмикроскопическими шипиками. Дыхальца небольшие, круглые, на восьмом брюшном сегменте не значительно, на переднегруди в полтора раза крупнее остальных. Грудные ноги коричневые; брюшные ноги (извне склеротизованные) с двухъярусным венцом из 30–34 коготков. Анальный гребень отсутствует. Гусеница: молодая - светло-коричневая с красноватым оттенком, голова черная, щиток красно-коричневый. Над анальным отверстием имеет также темный щиток. Взрослая гусеница имеет бурую окраску, сравнительно толстая с жирным блеском, черной блестящей головой и щитком. Из мелких бородавок на отдельных сегментах вырастают желтые волоски. В последнем возрасте достигает 21 мм, сравнительно толстая и матово-блестящая. Гусеницы с 5 парами брюшных ног. Куколка длиной 14 мм, светло-бурая; вершина спинной стороны анального сегмента венцом из восьми коротких шипиков и пятью крючковидными щетинками. Куколка полусвободная желто-коричневая или бурая, длина куколки самца около 9 мм, самки – приблизительно 10–11 мм. На спинной стороне брюшка расположены ряды мелких шипов. Лоб вогнутый. На последнем сегменте находится неполный веночек шипиков.

Преимущественно повреждает молодые сосны в возрасте 5–20 лет. Повреждения зимующего побеговьюна вызывают опадание хвои, отмирание побегов или рогообразное их искривление. При массовом повреждении побегов из пазушных почек разрастаются так называемые ведьмины метлы. При многолетнем повреждении сосен их стволы становятся искривленными и сучковатыми. Наибольший вред наносит в августе-сентябре.

Побеговьюн-смолевщик – бабочки в размахе крыльев 17–22 мм, темноокрашенные. Голова, грудь, брюшко и усики темно-коричневые. Передние крылья темно-буро-серое (темно-коричневые) с многочисленными поперечными свинцово-блестящими (оловянно-серыми) полосами, пятнышками, волнистыми линиями и темно-серой бахромой Задние крылья серо-коричневые с очень светлой серой бахромой. Гусеница 14-16 мм, грязно-желто-бурая (желтая или желто-коричневая) с маленькими темными бородавками, и переднегрудным щитом. Голова и щиток темно-коричневые, иногда охряно-желтые. Анальный щит светло-коричневый. Кожа густо покрыта бурыми субмикроскопическими шипиками. Щитки хет выпуклые, блестящие, средних размеров, хеты короткие. Брюшные ноги с одноярусным венцом из 16–20 коготков, анальные – с 13–14 коготками в медиальной подкове. Анальный гребень отсутствует. Куколка – 10–12 мм темно-бурая (темная, почти черная, довольно округлая с выемкой на лбу) с лаково-черными, блестящими крыловыми покрышками и головой. Конец брюшка плавно закруглен с полувенцом из 10 некрупных острых шипиков на спинной стороне, усажен

крючковидными щетинками. Венок шипиков на конце брюшка не очень большой, а впереди и по сторонам только обозначен.

Повреждает преимущественно культуры сосны 5–7-летнего возраста и естественные молодняки, чаще всего – прореженные сосновые молодняки, особенно на бедных песчаных почвах. Гусеницы прогрызают ходы в сердцевине центральных побегов. Если ствол поврежден по всей окружности, верхушка отмирает и возникают штыкообразные верхушки, вилообразные или другим образом искаженные кроны. Если повреждения гусениц на побегах односторонние, то поврежденные ткани, после того как гусеницы покинут галлы, зарастают и серьезных последствий не наблюдается.

По данным лесопатологических обследований, в период с 2004 по 2013 годы очагов массового размножения побеговьюнов на территории Республики Башкортостан не регистрировалось. Результаты лесопатологических обследований показывают, что популяции побеговьюнов (летнего, почкового, зимующего и смолевщика) на территории Республики Башкортостан в ближайшие несколько лет будут находиться в депрессивном состоянии.

3.3.2. Хвоегрызущие вредители

Сибирский шелкопряд (*Dendrolimus sibiricus* Tschetw) – насекомое из рода Сибирские шелкопряды (*Dendrolimus* Germar) семейства Коконопряды (*Lasiocampidae* Harris) отряда Чешуекрылые (*Lepidoptera* Linnaeus). Бабочки, особенно в периоды его массовых размножений, настолько разнообразны по окраске и величине, что трудно подобрать пару бабочек, полностью похожих друг на друга. Самки с коротко гребенчатыми усиками и толстым телом; размах их крыльев от 6 до 10 см (рис.3.6).

Самцы с явственно гребенчатыми усиками и более стройным телом; размах их крыльев от 4 до 7,5 см. Передние крылья у обоих полов от светло-коричневых или светло-серых до почти черных. Поперек их проходят три зубчатые полосы; одна вдоль наружного края рыла, вторая около его середины и третья ближе к его основанию. В непосредственном соседстве с темными полосами, часто и вдоль наружного края крыла располагаются беловатые полосы, состоящие как бы из полулунных пятен и мазков. Поле между основной и срединной полосами часто бывает более темноокрашенным. Иногда основная и срединные полосы выражены слабо или даже полностью отсутствуют. Около середины основной полосы располагается полулунное белое пятнышко, всегда имеющееся у бабочек. Задние крылья светло-коричневые без рисунка. Снизу обе пары крыльев бурые, и по ним проходит по одной широкой темно-бурой изогнутой

перевязи. Голова и грудь окрашены сходно с передними крыльями, брюшко – с задними крыльями.

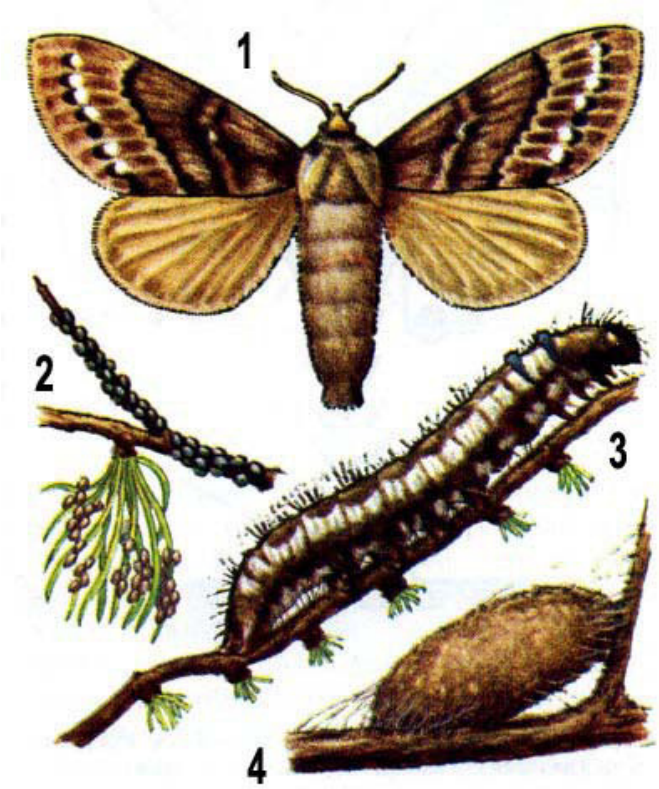


Рис.3.6. Сибирский шелкопряд: 1 – бабочка, 2 – кладка яиц, 3 – гусеница на ветке, 4 – кокон

Яички шарообразные, размером 2,0×1,5 мм, на вершине с темной точкой. Свежеотложенные яички голубовато-зеленые, затем сереют. Они более мелкие и несколько светлее, чем у соснового шелкопряда, откладываются неправильными кучками от нескольких до 100 штук и в основном на хвоинки, веточки, сучочки, кору ветвей и стволов. При выходе из яичка гусеница съедает часть оболочки. Гусеницы длиной до 11 см. Разнообразны по окраске – от серых до почти черных. На средне- и заднеспинке поперечные перевязи из стально-синих жгучих волосков, широко раскрывающихся, когда гусеница приподнимает переднюю часть тела и нагибает голову (поза угрозы). На последующих семи брюшных тергитах располагаются темные подковообразные пятна. Спинная сторона и пятна на боках покрыты серебристо-белыми копьевидными чешуйками, развитыми у особей в различной степени. По бокам тела участки кожи охряно-желтого цвета, иногда образующие почти сплошную полосу. Тело покрыто волосками, наиболее длинными и густыми на его боках и спереди на переднегруди. Голова округлая, матовая, темно-коричневая. Брюшная сторона между ногами с желтовато-коричневыми или оранжевыми пятнами, не образующими сплошной полосы.

Куколка длиной до 5 см, окраска от смоляно-бурой до черной. Кремастер в виде поперечной выпуклой пластинки, густо покрытой очень мелкими рыжими крючковатыми и простыми щетинками. На последних сегментах короткие и негустые волоски. Куколка покоится в пергаментообразном, буроватом или грязно-сером коконе, в который вплетены пучки синих жгучих волосков гусеницы, придающих жгучие свойства кокону. Коконы располагаются на веточках, между хвоинок, на стволах.

В начале массового размножения доминируют темноокрашенные особи бабочек и гусениц.

Гусеницы шелкопряда в разных частях его широкого ареала кормятся хвоей различных хвойных древесных пород, отдавая предпочтение хвое лиственницы (даурской, сахалинской, сибиркой, Сукачева), пихты (сибирской, сахалинской и белокорой) и кедра (сибирского и корейского). Менее охотно, обычно при совместном произрастании, гусеницы кормятся хвоей ели (сибирской и аянской), сосны обыкновенной и кедрового стланика.

Сибирский шелкопряд один из наиболее опасных вредителей лиственничных лесов. После объедания насаждений лиственницы сибирским шелкопрядом древесина теряет свою плотность и становится рыхлой, поэтому часто эти насаждения заселяются вторичными вредителями (различные виды короедов и усачей). По данным лесопатологических обследований, в период с 2004 по 2013 годы очагов массового размножения сибирского шелкопряда на территории Республики Башкортостан не регистрировалось. После наступления засушливых погодных условий вегетационного периода 2010 года обследования, проведенные в 2011 году, показали незначительный рост численности популяции сибирского шелкопряда при объедании ассимиляционного аппарата до 15% на общей площади 7,9 га в Кананикольском лесничестве. Повторные лесопатологические обследования, проведенные в мае 2012 года и полученные при этом показатели, свидетельствовали о начале вспышки и о расселении сибирского шелкопряда в смежных хвойных насаждениях ГБУ РБ «Кананикольское лесничество» (3 394,1 га), в том числе и на территорию соседнего ГБУ РБ «Кугарчинское лесничество» (2 509,6 га). Однако контрольные лесопатологические обследования 2013 года выявило, что в зимне-весенний период произошла массовая гибель сибирского шелкопряда вследствие того, что высота снежного покрова зимой 2012-2013 гг. оказалась выше нормы, окончательное таяние снега произошло в последней декаде апреля, что явилось причиной появления большого количества грызунов, кормовой базой которых, в том числе, явился зимующий запас сибирского шелкопряда. В ближайшие несколько лет

прогнозируется фаза депрессии численности очагов сибирского шелкопряда в Республике Башкортостан.

Шелкопряд-монашенка (*Ocneria* (=*Lymantria*) *monacha* L.) – насекомое из рода Волнянки лесные (*Lymantria* Hübner) семейства Волнянки (*Lymantriinae* Hampson) отряда Чешуекрылые (*Lepidoptera* Linnaeus). Бабочки серовато-белые, с четырьмя черными извилистыми поперечными полосами на передних крыльях и черными крапинками (рис.3.7).

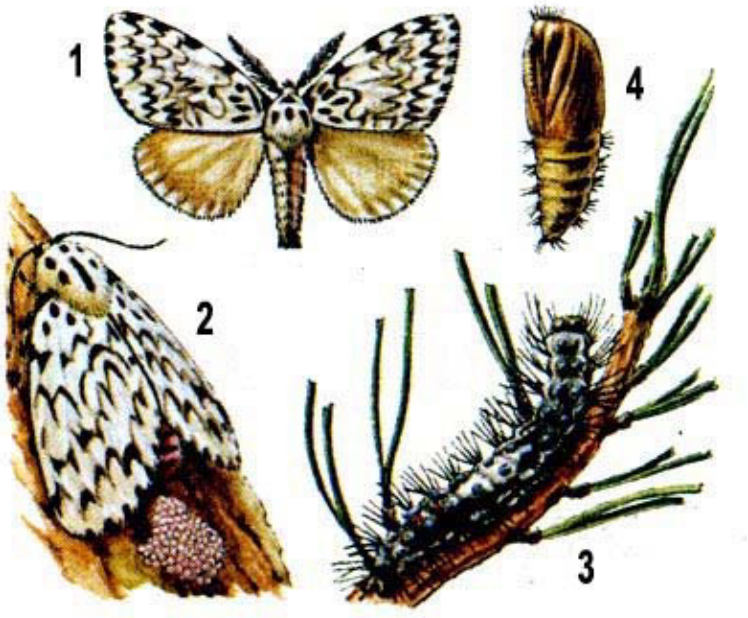


Рис.3.7. Шелкопряд-монашенка: 1 – бабочка (самец), 2 – самка, отложившая яйца на коре, 3 – взрослая гусеница, 4 – куколка

Задние крылья серые. Бахромка крыльев в белых и темных пятнах. Самка с черными нитевидными усиками, с черными и розовыми полосками на брюшке; размах ее крыльев от 4 до 5,5 см. Самец с перистыми бурыми усиками; размах его крыльев 2,5–3,5 см. Окраска бабочек очень изменчива. В период первых фаз вспышки доминируют более темные особи, причем отдельные из них имеют почти черную окраску крыльев. Темные особи бабочек похожи на бабочек пятнистой волнянки (*Diphthera coenobita* Esp.). Однако спутать их нельзя, так как волнянка летает раньше, в мае-июне. Легко отличить их и по чешуйкам, покрывающим крылья. У монашенки вершины чешуек трехзубчатые, у волнянок – шести-семизубчатые.

Яички с маковое зерно, почти шаровидные, несколько уплощенные с полюсов, блестящие, гладкие; при сильном увеличении видна сетчатая структура. Свежеотложенные яички светло-розовые, далее сереют и буреют. Молодые гусеницы темно-серые, с черной блестящей головой, с

шестью рядами желтоватых бородавочек вдоль тела, на которых расположены длинные и тонкие волоски и короткие толстые аэрофоры, благодаря которым гусеницы могут расселяться при помощи ветра на значительные расстояния. Взрослые гусеницы до 5 см длиной, серые с желто-бурой головой, волосистые бородавки окрашены в голубовато-серый цвет. Вдоль спины проходит двойная темная полоса, которая на седьмом-девятом сегментах расходится, охватывая светлое спинное пятно. Посредине 9 и 10 тергитов располагаются по одной маленькой красной бородавочке. Куколки длиной 1,5–2,5 см бронзово-блестящие, бурые, с пучочками седых волосков на теле. Кремастер конический, продольно-морщинистый, увенчанный пучочком крючковатых щетинок на вершине, из которых две (иногда три и более) значительно длиннее остальных. Покрышки усиков, особенно у самцов, выпуклые. Куколка располагается без кокона между листьев или хвоинок, оплетенных шелковинками, в трещинах и щелях коры и других укромных местах, слегка заплетая себя шелковинками и удерживаясь на них крючочками кремастера.

Шелкопряд-монашенка многоядна, повреждает хвойные и лиственные породы, но преимущественно предпочитает ель и сосну. Гусеницы обгрызают хвою и листья, едят пыльцу, почки, побеги, могут питаться старой хвоей. В пределах ареала распространения неоднократно регистрируются вспышки массового размножения.

Результаты лесопатологических обследований показывают, что популяция шелкопряда-монашенки на территории Республики Башкортостан в ближайшие несколько лет будет находиться в депрессивном состоянии.

Рыжий сосновый пилильщик (*Neodiprion sertifer* Geoffroy) – насекомое из рода *Neodiprion* Rohwer семейства Сосновые пилильщики (*Diprionidae* Rohwer) отряда Перепончатокрылые (*Hymenoptera* Linnaeus). Самка взрослого рыжего пилильщика 7–9 мм длиной (рис.3.8). Отличается от остальных пилильщиков более стройным рыжим телом с гладкими и блестящими среднеспинкой, щитком и тергитами брюшка.

Усики пильчатые, темнее тела, 21–23-члениковые. Коготки с зубцом, задние голени с двумя простыми и острыми шпорами. Самец взрослого рыжего пилильщика 6–7 мм длиной. Отличается от остальных пилильщиков более стройным телом, с гладкими и блестящими грудью и брюшком. Черный, только стерниты брюшка и ноги более светлые, рыжеватые. Крылья прозрачные. Усики 24–26-члениковые, перистые (двоякогребенчатые).

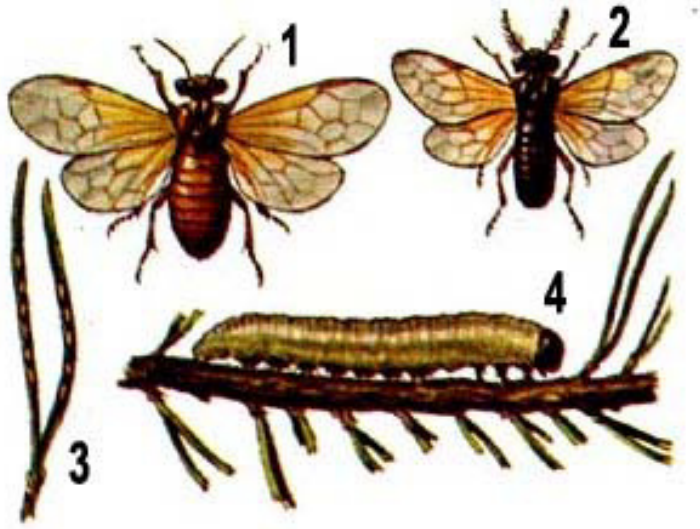


Рис.3.8. Рыжий сосновый пилильщик: 1 – самка, 2 – самец, 3 – кладка яиц, 4 – личинка

Яички белые водянисто-прозрачные; каждое яичко располагается в обособленном пропиле в ребре хвоинки. Пропилы открытые, не заделанные выделениями придаточных половых желез. Сквозь них видна боковая сторона яичка. Пропил от пропила отстоит на расстоянии, 1–1,5 мм. На каждой хвоинке откладывается от 1 до 12 яичек и более. Места откладки каждого из яичек заметны по припухлости хвоинки и желтоватой окраске в этом месте самой хвоинки. Личинки 22-ногие, длиной до 25 мм, зеленовато-серые, с более темными продольными полосами. Голова черная, блестящая. В периоды вспышек преобладают личинки с более интенсивной темной окраской продольных полос. В лупу хорошо заметны черные шипики, покрывающие тело. Коконы длиной 6–12 мм; у самцов мельче, чем у самок. Они желто-медные, золотистые, блестящие, слабо выдающиеся с боков и нередко с легкой поперечной вдавленностью, что придает им некоторое сходство с двухсеменными бобами арахиса. Располагаются под подстилкой, но могут располагаться в трещинах и щелях коры.

Повреждает сосну обыкновенную. Типичные повреждения наносят личинки первых трех возрастов. Они обгладывают хвоинки с боков, оставляя нетронутыми центральную жилку (пучок сосудов), грубые вершинки и основания, прикрытые пленкой влагалища. Эти остатки подсыхают, желтеют и скручиваются. Обладает высокой лесоэкологической пластичностью, в силу которой первичные очаги его вспышек возникают в разнообразных условиях: как в искусственных, так и в естественных насаждениях различных возрастов, полнот и типов, начиная от боров-зеленомошников и кончая сосняками по торфяным болотам, где коконирование происходит в трещинах и щелях коры стволов и в приствольных кругах. В сухих борах возникают вторичные очаги, а миграционные и третичные – в сложных борах. Способен давать вспышки

массового размножения и повреждать сосновые насаждения в сильной степени на больших площадях. Вспышки размножения рыжего пилильщика могут продолжаться до 7-8 лет, изредка наблюдаться более затяжные вспышки.

По данным лесопатологических обследований, в период с 2004 по 2013 годы очагов массового размножения рыжего соснового пилильщика на территории Республики Башкортостан не регистрировалось. В 2008 годы был отмечен небольшой очаг размножения рыжего соснового пилильщика на общей площади в 4,0 га. Результаты лесопатологических обследований показывают, что популяция рыжего соснового пилильщика на территории Республики Башкортостан в ближайшие несколько лет будет находиться в депрессивном состоянии.

Пилильщик еловый обыкновенный (*Nematus* (*=Lygaeonematus*) *abietinus* Christ (*-abietum* Hart., *-pini* Retz.)) – насекомое из рода *Nematus* Panzer семейства Настоящие пилильщики (*Tenthredinidae* Latreille) отряда Перепончатокрылые (*Hymenoptera* Linnaeus). Очень мелкий вид: длина самки 5–6 мм, самца – 4,5–5 мм (рис.3.9).

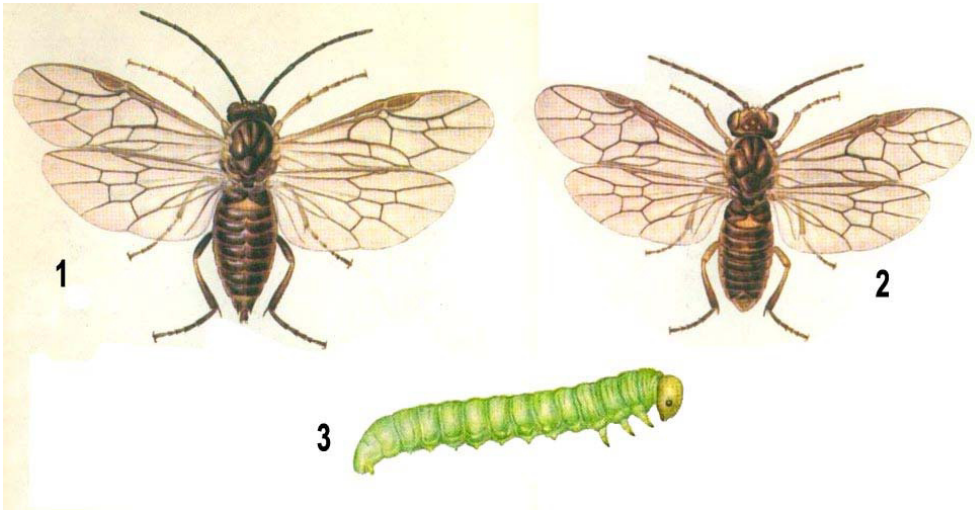


Рис.3.9. Пилильщик еловый обыкновенный: 1 – имаго (самец), 2 – имаго (самка), 3 – ложногусеница

Самка темноокрашенная, иногда черная; желтые только части рта, переднеспинка, надкрыловые пластинки и брюшко. Пилообразный яйцеклад при рассматривании сбоку вырезан снизу; при рассматривании сверху видно, что верхний край лощинообразно углублен. Самцы желтые; в черный цвет окрашены первый членик усиков, лобно-затылочное пятно, частично или полностью низ головы, средне- и заднеспинка, тергиты брюшка полностью или почти полностью, кроме боковых краев. Вдавление на спинке 8-го сегмента спереди закруглено. Усики у обоих полов нитевидные. Окраска тела может варьировать. Яичко размером 0,98×0,25 мм, свежеотложенное стекловидно-прозрачное и почти

полностью не окрашено, позднее становится молочно-мутным, желтеет и увеличивается в размерах до 1,05×0,44 мм. Оно наполовину своей боковой поверхности погружено в пропил, расположенный посреди хвоинки. Личинка 20-ногая, длиной до 1,2 см, светло-зеленая, сходная по окраске с молодыми хвоинками ели; голова несколько светлее тела и отливает желтизной; на спине просвечивает спинной сосуд в виде темной линии, она отграничена по бокам белыми линиями, являющимися просвечивающими трахеями. Дыхальца бурые; 1–7-й членики брюшка с оранжевыми выпячивающимися железами. Тело с бородавочками. Кокон бочонкообразный, сначала красно-бурый, затем темно-бурый с легким медным блеском. Длина коконов самок 5,5–7,5 мм, самцов – 5,0–6,5 мм.

Повреждает только ель. Первичные очаги вспышки елового обыкновенного пилильщика обычно возникают в 10–30-летних, реже в более старых, еловых насаждениях, изреженных, даже в рединах, а также в молодняках и особенно в культурах с сухими условиями роста, хорошо освещаемых, прогреваемых и защищенных от ветра старым лесом. Местные вспышки могут вызываться осушением почвы, снижающим гибель коконов от избытка влаги. Общая продолжительность вспышек до 7–8 лет.

По данным лесопатологических обследований в период с 2004 по 2013 годы очагов массового размножения пилильщика елового обыкновенного на территории Республики Башкортостан не регистрировалось. В 2005–2009 годы были отмечены небольшие очаги размножения пилильщика елового обыкновенного на общей площади от 4 до 20 га. Результаты лесопатологических обследований показывают, что популяция елового обыкновенного пилильщика на территории Республики Башкортостан в ближайшие несколько лет будет находиться в депрессивном состоянии.

3.3.3. Листогрызущие вредители

Непарный шелкопряд (*Lymantria dispar* Linnaeus) – насекомое из рода Волнянки лесные (*Lymantria* Hübner) семейства Волнянки (*Lymantriinae* Hampson) отряда Чешуекрылые (*Lepidoptera* Linnaeus). Бабочки очень изменчивы по размерам и окраске. Самки в размахе крыльев от 4 до 9 см, белые, нередко с серым или коричневым оттенком (рис.3.10). На передних крыльях четыре поперечные черные зигзагообразные полосы, которые могут быть развиты в различной степени вплоть до почти полного их исчезновения. В срединной ячейке черная точка, а на поперечной жилке черное углообразное пятно. Бахромка передних и задних крыльев с черными пятнами. Брюшко толстое желтоватое, на конце несет подушку из темно- или желто-коричневых

волосков. Усики черные, слегка гребенчатые. Самец в размахе крыльев от 3 до 5 см, серовато-коричневый, желтый или бурый, под цвет сухих листьев, лежащих на земле, среди которых он днюет. Передние крылья с такими же, как и у самки, четырьмя поперечными зигзагообразными полосами, круглыми и углообразными пятнами черного цвета или почти черного цвета, которые сохраняются у различных особей, но все же детали рисунка изменчивы. Задние крылья светлее, с более темным внешним краем. Бахромки крыльев с темно-бурыми пятнами. Брюшко не толстое, коническое. Усики гребенчатые. В начале массового размножения доминируют темноокрашенные бабочки с хорошо развитым рисунком у самок. Следует отметить, что самки непарного шелкопряда, отягченные яичками, летают плохо, особенно в начале массовых размножений, когда плодовитость их стоит на высоком уровне, но переноситься сильным ветром они могут и на значительные расстояния.

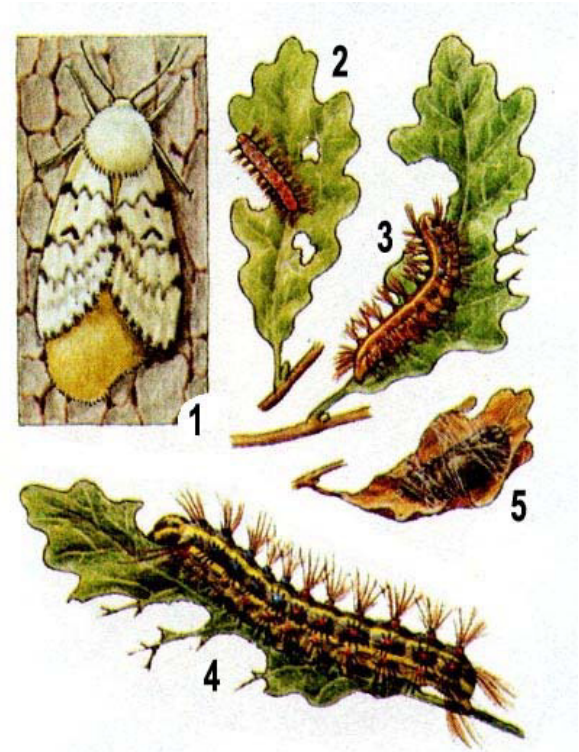


Рис.3.10. Непарный шелкопряд: 1 – самка, откладывающая яйца, 2-4 – гусеницы разных возрастов, поедающие листья дуба, 5 – куколка

Яички шаровидной формы, несколько уплощенные с полюсов, 0,8×1,3 мм, гладкие, блестящие, свежеотложенные – розоватые; в дальнейшем желтеют и сереют по мере развития зародыша. Вес яичка от 0,39 до 1,22 мг. Яички самка откладывает в одну кучку, переслаивает их и прикрывает сверху волосками с брюшка, что придает кучке окраску от светло – до темно-коричневой.

Гусеница свежевылупившаяся, 16-ногая, светло-желтая, быстро темнеющая, с матово-черной головой и шестью продольными рядами

бородавок, несущих длинные тонкие и короткие щетинкообразные волоски (аэрофоры). Гусеницы этого возраста очень похожи на гусениц монашенки и отличаются от них матово-черной головой. Как и гусеницы монашенки, они могут переноситься ветром на значительные расстояния. Способность гусениц первого возраста расселяться по ветру играет огромнейшую роль в динамике очагов, в их расширении, перемещении, исчезновении и в возникновении новых. Эта же способность гусениц дает им возможность отыскивать корм в тех случаях, когда самка откладывает яички на скалы, постройки, заборы, стволы деревьев, где нет корма для гусениц, и в других случаях.

В различных частях своего обширного ареала непарный шелкопряд связан с различными лесными формациями, разнообразными древесными и кустарниковыми породами. Он может кормиться многими не только лиственными, но и хвойными породами и прежде всего – местными лесообразующими породами. За счет этого протекает успешное развитие и размножение непарного шелкопряда в местных условиях. Но листьями некоторых пород, например ясеня, полевого клена, айланта, бересклета, гусеницы непарного шелкопряда не питаются вовсе.

Гусеницы едят не экономно, особенно в двух последних возрастах. Огрызки листьев падают на землю и составляют около трети того количества листьев, которое потребляется гусеницами на питание. В связи с этим наносимый гусеницами вред в мае мало заметен и компенсируется приростом листьев, в июне же он быстро возрастает. Однако в перенаселенных гусеницами насаждениях все листья могут быть объедены уже во второй половине мая.

Из всех листогрызущих вредителей, что обитают на территории Республики Башкортостан непарный шелкопряд один из самых распространенных. За 2004–2013 в республике отмечались массовые размножения непарного шелкопряда. Так в 2004 год площадь лесов, поврежденных непарным шелкопрядом, составляла 126 844,0 га, 2006 году – 51 079,3 гектаров, а в 2011 – 50 965,0 га. В 2012 году площадь повреждений непарным шелкопрядом составила 6 334,3 га, а в 2013 году уже не отмечались вспышки размножения данного вредителя леса.

Ивовая волнянка (*Leucoma* (=*Stilonotia*) salicis L.) – насекомое из рода *Leucoma* Hübner семейства Волнянки (*Lymantriinae* Hampson) отряда Чешуекрылые (*Lepidoptera* Linnaeus). Размах крыльев бабочки – самки обыкновенной ивовой волнянки до 5,5 см, самца – до 4,5 см (рис.3.11).

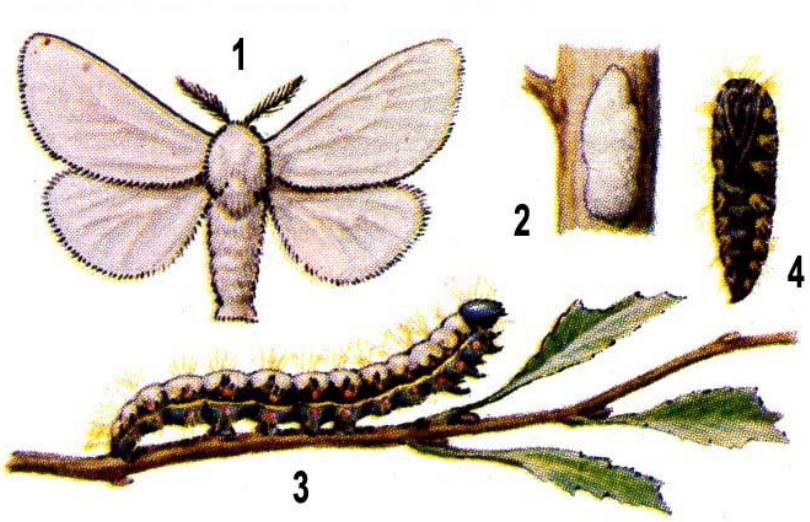


Рис.3.11. Ивовая волнянка: 1 – бабочка, 2 – кладка яиц, 3 – гусеница на иве, 4 – куколка

Передние крылья тускло-белые, довольно прозрачные, не густо покрытые узкими чешуйками с большим количеством волосков, жилки желтоватые, ноги длинноволосистые, белые, с черными колечками, лапки в основном черные. Самцы с перистыми усиками. Яички шарообразные, размером 1,0×0,5 мм, не сильно уплощенные с полюсов, сизовато- или желтовато-зеленые, гладкие, матовые, сетчатая структура не явственная, располагаются слоистыми кучками от нескольких штук до полусотни в одной яйцекладке, залиты с поверхности и переслоены выделениями придаточных половых желез самки, напоминающими мыльную пену белого или желтоватого цвета. Яйцекладки располагаются на листьях, реже на ветвях и стволах кормовых пород.

Гусеницы до 5,5 см длины, черно-серые, на спинке щитовидные желтовато-белые или желтые пятна, сбоку которых по большой пуговкообразной бородавке с рыжими волосками. Ниже их проходит желтая или белая полоска, а на боках тонкие бурые или серые извилистые линии и рыжеватые бородавочки. На первом сегменте пара пучков рыжих волосков, направленных вперед, на 11-м тергите один пучок таких же волосков. На 4 и 5-м сегментах по паре сросшихся мясистых отростков (железок); голова и грудные ноги черные, брюшные – желтые. Куколка длиной до 2,5 см, чаще всего черная, блестящая, с белыми или желтоватыми крыловыми покрышками, на которых иногда резко выступают окрашенные в черный цвет жилки. Общая окраска очень изменчива. Можно встретить куколок, большая часть тела которых блестяще-белая или желтая. Волоски длинные, седые или желтоватые, собранные на брюшке в пучки, располагающиеся на слабо выдающихся белых или желтоватых бородавочках, придающих куколке пеструю окраску. Кремастер удлиненный, почти равный по длине двум последним

сегментам, слабо булавовидный, грубо-продольно-морщинистый, с крючочками не только на вершине, но и на его боках и спинке. Окукление происходит среди листьев, оплетенных шелковинками, или в трещинах и щелях коры без кокона.

Гусеницы кормятся листьями тополей, ив и осины. Вспышки массового размножения обыкновенной ивовой волнянки наблюдаются главным образом в зеленых насаждениях городов и поселков степной, лесостепной и хвойно-широколиственной зон.

По данным лесопатологических обследований в период с 2004 по 2013 годы очагов массового размножения ивовой волнянки на территории Республики Башкортостан не регистрировалось.

Дубовая зеленая листовертка (*Tortrix viridana* Linnaeus) – насекомое из рода *Tortrix* Linnaeus семейства Листовертки (*Tortricidae* Latreille) отряда Чешуекрылые (*Lepidoptera* Linnaeus). Размах крыльев бабочек зеленой дубовой листовертки 1,8-2,5 см; передние крылья изумрудно-зеленые без рисунка; та-кого же цвета грудь. Задние крылья серые, брюшко более темное, бахромка передних крыльев светлая (рис.3.12).

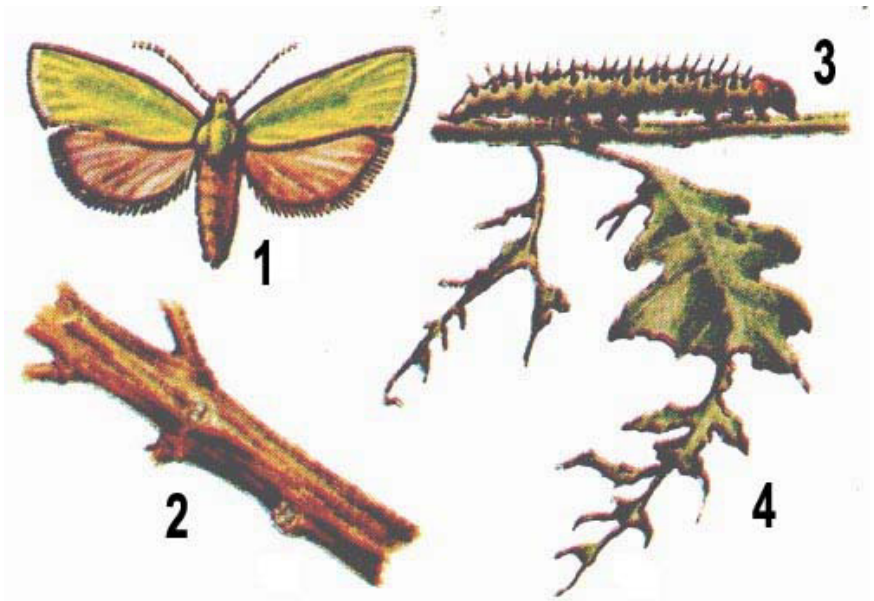


Рис.3.12. Дубовая зеленая листовертка: 1 – бабочка (самка), 2 – кладка яиц, 3 – гусеница, 4 – повреждённые листья

Самки и самцы трудно различимы. Самцы обычно меньше самок и у них боковые клапаны вершины брюшка покрыты серыми чешуйками, чего нет у самок. Яички зеленой дубовой листовертки размером 0,7×0,8 мм, яйцевидные, уплощенные, сначала светло-желтые, затем оранжевые и бурые, откладываются попарно, изредка по три яичка, чаще всего в углубления возле листовых рубцов или в других неровностях коры тонких веточек дуба, в развилках между ними. Яички частично налегают друг на

друга, и самка заливает их выделениями придаточных половых желез. Выделения застывают и образуют над яичками маленький щиток (1×1,5 мм) округлый, выпуклый, ракушкообразный, буровато-серый, непрозрачный.

Яички зеленой дубовой листовертки размером 0,7×0,8 мм, яйцевидные, уплощенные, сначала светло-желтые, затем оранжевые и бурые, откладываются попарно, изредка по три яичка, чаще всего в углубления возле листовых рубцов или в других неровностях коры тонких веточек дуба, в развилках между ними. Яички частично налегают друг на друга, и самка заливает их выделениями придаточных половых желез. Выделения застывают и образуют над яичками маленький щиток (1×1,5 мм) округлый, выпуклый, ракушкообразный, буровато-серый, непрозрачный.

Гусеница зеленой дубовой листовертки зеленая, голова черно-бурая, у молодых гусениц черная, нередко спинной щиток буроватый или зеленовато-желтый, позади с двумя черными пятнами. Грудные ноги черные; бородавочки (бляшки) на теле явственные, черные более крупные по бокам тела. Длина взрослой гусеницы до 1,8 см. Гусеницы живут в листьях, свернутых в трубочку, и ими кормятся.

Куколки зеленой дубовой листовертки черные, реже темно-коричневые, длиной 0,8–1,2 см. Вершина брюшка притупленная, несет уплощенный кремастер с четырьмя закругленными зубцами и очень мелкими щетинками, различимыми только в лупу. По бокам восьмого и девятого сегментов брюшка зубцы, а на девятом еще и заостренные выступы. На первом и втором тергитах брюшка по два тупых бугорка. На втором, восьмом и девятом тергитах по одному, а на остальных тергитах по два пояска одинаковых по величине зубчиков, заходящих на боках за линию дыхалец.

Зеленая дубовая листовертка является одним из опаснейших вредителей дуба. Наиболее сильно вредит на юге и юго-востоке своего ареала, где наблюдаются наиболее крупные и затяжные вспышки ее массового размножения. Первичные очаги зеленой дубовой листовертки обычно возникают в массивных дубравах лесостепи и зоны смешанных лесов, в перестойных и спелых древостоях, в рединах и на лесосеках с оставленными семенниками, в парках и лесопарках, характеризующихся сухими и прогреваемыми местоположениями. В южной части таежной зоны, в границах распространения в ней дуба, вспышки наблюдаются в дубовых парках и лесопарках. Вспышки размножения зеленой дубовой листовертки могут продолжаться до 8 лет, из которых 3 года приходится на вторую ее фазу. Очень часто вспышки принимают затяжной характер, особенно на юге и юго-востоке России, что обусловливается более частыми засухами и более ранним их наступлением в весеннее время.

По данным лесопатологических обследований в период с 2004 по 2013 годы очагов массового размножения зеленой дубовой листовертки на территории Республики Башкортостан не регистрировалось. В 2004 году общая площадь очага заражения зеленой дубовой листовертки составлял 250 га, в 2005 году – 870 га, с 2006 годы очагов размножения данного вредителя не было. Результаты лесопатологических обследований показывают, что популяция зеленой дубовой листовертки на территории Республики Башкортостан в ближайшие несколько лет будет находиться в депрессивном состоянии.

Листовертка-толстушка боярышниковая (*Archips* (=*Cacoecia*) *crataegana* Hübner) – насекомое из рода *Archips* Hübner семейства Листовертки (*Tortricidae* Latreille) отряда Чешуекрылые (*Lepidoptera* Linnaeus). Бабочки боярышниковой листовертки характеризуются следующими признаками (рис.3.13). Общий ствол кубитальной жилки переднего крыла не покрыт волосками на корневой половине. Вторая кубитальная жилка отходит от него ближе к его середине, а не к вершине. Пятая радиальная жилка переднего крыла выходит на внешний край или вершину крыла.

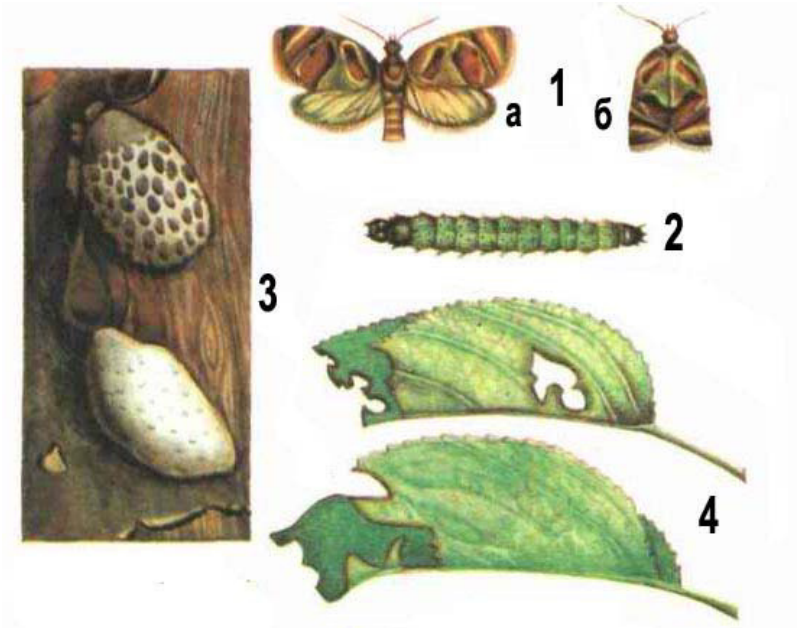


Рис.3.13. Листовертка-толстушка боярышниковая: 1 – бабочка (а – с расправленными крыльями, б – со сложенными крыльями), 2 – гусеница, 3 – кладка яиц, 4 – листья, поврежденные гусеницами

Четвертая и пятая радиальные жилки отходят от срединной ячейки. Щупальца короткие, выступают вперед головы меньше чем на ее длину. Наружный край крыла образует выступ над задним углом. Задние крылья одноцветные, серые; иногда с желтой вершиной. Основной цвет передних крыльев желтовато-серый, оливково-серый или коричнево-серый; их бах-ромка к вершине темнее. У самцов костальный заворот переднего

крыла длиннее половины его переднего края. У самок этого заворота нет. Размах крыльев самцов до 2,5 см, самок – до 2,8 см. Темный рисунок передних крыльев не имеет белого окаймления (или оно слабое). Широкая средняя перевязь передних крыльев не достигает переднего края. Все перевязи темно-коричневые.

Яички цилиндрической формы, несколько уплощенные с двух противоположных сторон, на вершинах закругленные. Самки откладывают их на стволы или ветви в полулежачем положении, рядами с черепицеобразным расположением, при котором последующее яичко наполовину прикрывает предыдущее, и заливают с поверхности всю яйцекладку выделениями придаточных половых желез. Выделения застывают и образуют над яйцекладкой непрозрачный щиток, сквозь который нельзя рассмотреть отдельные яички и их внешность. Но число яичек можно посчитать, так как поверхность яйцекладки напоминает рыбью чешую, отдельные чешуйки которой соответствуют отдельным яичкам. Вылупляющаяся из яичек гусеница прогрызается сквозь чешуйку. На ней остается отверстие эллиптической формы, а после вылета яйцеедов – округлое. Щитки боярышниковой листовертки неправильной овальной формы, в поперечнике до нескольких миллиметров, сероватые с коричневатыми штрихами, после зимовки становятся белыми, напоминающими капли извести. Под щитком располагается от 17 до 92 яичек. Яички размером 0,8×0,5 мм, светло-желтые.

Гусеницы боярышниковой листовертки длиной до 2,5 см, темно-серого или оливкового цвета. Голова, анальный щиток и бляшки на теле черного цвета; бляшки хорошо заметны. Переднеспинный щиток черный или светло-коричневый с более светлой срединной продольной линией. Между ним и головой нет белой поперечной полосы; анальный гребень имеет 9 темных зубцов, из которых три средних наиболее длинные и на вершинах слегка раздвоенные. Гусеницы отрождаются в середине мая и расползаются по кронам кормового дерева. В первом – третьем возрастах они питаются распускающимися почками, бутонами и цветками. В это время они живут под завернутыми краями листьев. Достигнув 4-го возраста гусеницы сооружают себе убежища, складывая листья вдоль главной жилки, а затем скрепляя их края шелковиной. Продолжительность развития гусениц обычно составляет 25–40 дней. Гусеницы являются пассивными мигрантами, на нитях шелковины могут разноситься ветром на значительные расстояния. Гусеницы боярышниковой листовертки являются полифагами, питаются на розоцветных (яблоня, груша, вишня, слива, боярышник), кизильник, черемухе, рябине, лещине, дубе, липе, ясене, иве, вязе, клене и других породах.

Листовертка боярышниковая распространена на территории, простирающейся от юга таежной зоны европейской части России до Крыма и Закавказья. Массовые размножения боярышниковой листовертки

наблюдаются главным образом в лесах и полезащитных насаждениях степной и лесостепной зон европейской части России. Боярышниковая листовертка часто размножаются совместно с розанной и пестро-золотистой, и нередко в одних и тех же насаждениях с зеленой дубовой листоверткой и зимней пяденицей. Это говорит о наличии у них одних и тех же лесоэкологических потребностей. Первичные очаги бывают приурочены к более старым, изреженным насаждениям, произрастающим в более сухих условиях роста, или к насаждениям, расположенным вблизи поселков и расстроенным в результате пастьбы скота, а также к искусственно созданным степным лесам, полезащитным насаждениям, колочным и приовражным дубравам.

По данным лесопатологических обследований в период с 2004 по 2013 годы очагов массового размножения боярышниковой листовертки на территории Республики Башкортостан не регистрировалось. Однако в 2004 году общая площадь очага заражения зеленой дубовой листовертки составляла 8 196 га, в 2005 году – 1 726 га, с 2006 годы очагов размножения данного вредителя не было. Результаты лесопатологических обследований показывают, что популяция боярышниковой листовертки на территории Республики Башкортостан в ближайшие несколько лет будет находиться в депрессивном состоянии.

Лунка серебристая, хохлатка-буцефал (*Phalera bucephala* Linnaeus) – насекомое из рода Лунки (*Phalera* Hübner) семейства Хохлатки (*Notodontidae* Stephens) отряда Чешуекрылые (*Lepidoptera* Linnaeus). Размах крыльев бабочек-самок до 6 см, самцов - до 5 см. Передние крылья серебристо-серые. В их вершинном углу большое желтое пятно, с внутренней стороны которого проходит двойная извилистая поперечная черная линия; такая же линия проходит ближе к основанию крыла. Между каждой парой двойных полос располагается бурая полоса. Задние крылья желто-белые. По бокам брюшка располагается по ряду черных точек. Днем бабочки сидят на стволах со сложенными крылышками и очень напоминают обломанный сучок березы (рис.3.14).

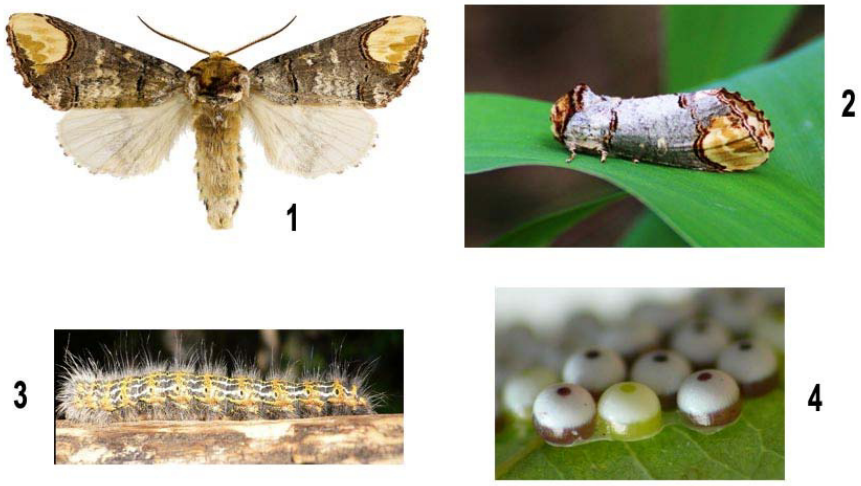


Рис.3.14. Лунка серебристая, хохлатка-буцефал: 1 – бабочка с расправленными крыльями, 2 – бабочка со сложенными крыльями, 3 – гусеница, 4 – кладка яиц

Яички почти шаровидные, размером 1,1×0,9 мм, с уплощенным основанием, двуцветные; нижняя их половина блестящая темно-зеленая, верхняя матовая белая с темным зеленоватым пятнышком на вершине. При дальнейшем развитии яйца нижняя его половина становится сначала коричнево-красной, затем темнеет. Структура нежная, неправильно мелкосетчатая. Откладываются яички без особого порядка, однослойной кучкой по нескольку десятков яичек на верхнюю сторону листьев, чаще всего дуба, реже березы, ивы, тополя и других лиственных пород.

Гусеница длиной до 6 см, темная, зеленовато-бурая или желтовато-черная с 10 прерванными желтыми продольными поясками и 12 желтыми или красноватыми поперечными перевязями. Голова черная или черно-бурая, с желтым вильчатым значком. Грудные части черные. Тело покрыто длинными желтовато-серыми или беловатыми волосками.

Куколка до 3,5 см длины, темно-бурая, слабо блестящая, почти черная. Кремастер уплощенный, разделенный на два двух- или трехветвистых отростка, напоминающих лосиные рога. На границе 9 и 10-го тергитов брюшка имеется поперечная щель с прилежащими к ней валиками с неровными краями. Окукливается в почве без кокона.

Повреждает дуб, тополь, иву, березу и другие лиственные и плодовые деревья. Лунка серебристая распространена в европейской части России, кроме Крайнего Севера, в Крыму, на Кавказе, в Сибири, Приамурье и Приморье (в Приморье форма *infulgens araes*). Первичные очаги возникают чаще во временных дубравах, расположенных по легким почвам, изреженных, возраста 10-30 лет, порослевого происхождения, а также в молодых полезащитных полосах из дуба. Площадь очагов небольшая.

По данным лесопатологических обследований в период с 2004 по 2013 годы очагов массового размножения лунки серебристой на территории Республики Башкортостан не регистрировалось. Результаты

лесопатологических обследований показывают, что популяция лунки серебристой на территории Республики Башкортостан в ближайшие несколько лет будет находиться в депрессивном состоянии.

Совка желто-бурая ранняя (*Monima* (=*Taeniocampa, =Orthosia*) *stabilis* Wiew (=*cerasi* Fabricius)) – насекомое из рода *Monima* Hübner семейства Совки, ночницы (*Noctuidae* Latreille) отряда Чешуекрылые (*Lepidoptera* Linnaeus). У бабочек коготки узкие с зубцом, голени без шипов, вторая медиальная жилка на заднем крыле редуцирована (подсемейство *Hadeninae*) (рис.3.15).

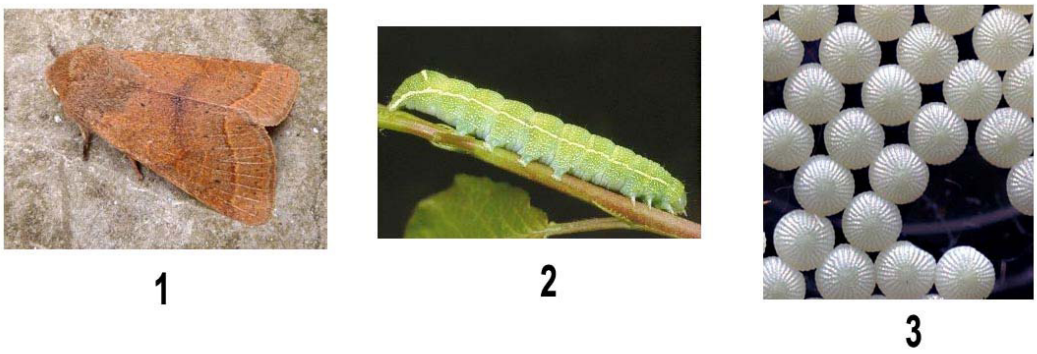


Рис.3.14. Совка желто-бурая ранняя: 1 – бабочка, 2 – гусеница, 3 – кладка яиц

Голова маленькая, втянутая в воротник, глаза округлые, густо волосистые, хоботок нормально развитый. Губные щупальца короткие, торчат вперед. Грудь толстая, покрытая длинными волосами, на спинной стороне брюшка нет пучков волосков. Клиновидное пятно большей частью отсутствует; почковидное и округлое пятна обычно крупные. Поперечные полосы прерываются жилками, местами отенены черными пятнами. Виды очень трудно распознаваемы из-за их сходства и изменчивости в окраске. Размах крыльев бабочки желто-бурой ранней совки до 4 см. Передние крылья буровато-красно-желтые. Почковидное и округлое пятна тонко-желто-окаймленные; волнистая линия беловатая, внутри отененная черным; жилки в предвершинном поле явственно заметные.

Яички имеют полушаровидную форму с многочисленными ребрышками, идущими в меридиональном направлении. Светло-желтые, диаметром 0,6–0,75 мм, на вершине карминово-красное пятно, у экватора такой же поясок. Откладываются они в трещины и щели коры, в развилки ветвей и другие укромные места в верхней части кроны. Видовые различия яичек и яйцекладок не установлены.

Гусеницы 16-ногие, длиной 3,5–4,5 см, зеленые, желтовато- или беловато-зеленые с такого же цвета головой, с пятью или тремя желтоватыми или беловатыми продольными полосами, из которых одна идет вдоль средины спины, остальные – по бокам, причем нижняя из них самая широкая. Гусеницы не имеют на теле темных бородавочек (бляшек),

они у нее светлые. Переднеспинной щиток не отличается окраской от остального тела. По телу проходят пять желтоватых полос. На 11-м тергите имеется желтая поперечная полоска. Куколки ранних совок короткие, толстые, несколько боченкообразные, до 1,5 см длины, блестящие. Кремастер небольшой, малозаметный, округлоконический, слабоморщинистый, выемчатый, увенчан на вершине двумя сидящими рядом шипами, резко изогнутыми на брюшную сторону, вершинами несколько расходящимися в стороны и заостренными; они значительно длиннее самого кремастера. Окукливание происходит в почве на глубине 3–4 см в очень хрупком, обычно рассыпающемся коконе из частичек почвы.

Повреждает дуб, бук. Также яблоню, грушу, вишню, черешню, сливу, персик, терн, граб, липу, тополь, иву, клен. Бабочки откладывают до 250 яичек и более, хорошо летают и могут дополнительно питаться. Вышедшие из яичек гусеницы забираются в раскрывающиеся почки ранней расы дуба, тем самым повреждая их.

По данным лесопатологических обследований в период с 2004 по 2013 годы очагов массового размножения желто-бурой ранней совки на территории Республики Башкортостан не регистрировалось. Однако в 2004 году общая площадь очага заражения составляла 420 га, в 2005 году – 2 330 га, с 2006 года очагов размножения данного вредителя не было. Результаты лесопатологических обследований показывают, что популяция желто-бурой ранней совки на территории Республики Башкортостан в ближайшие несколько лет будет находиться в депрессивном состоянии.

Златка ивовая минирующая (*Trachys minuta* L.) – насекомое из рода Златки-крошки (*Trachys* Fabricius) семейства Златки (*Buprestidae* (=*Electrapatidae*) Leach) отряда Жесткокрылые (*Coleoptera* Linnaeus). Жуки обычно мелких размеров, около 2,5 мм (рис.3.15). Тело большей частью плоское, удлиненное, суженное к концу, часто яркой металлической окраски, от которой происходит название семейства. Голова маленькая, усики 11-члениковые, пильчатые; ноги короткие, лапки 5-члениковые.

Личинки желтоватобелые, удлиненные, со сплюснутым телом. Тело почти голое или редковолосистое, состоит из головы, трех грудных и десяти брюшных сегментов (включая анальный). Голова уплощенная, небольшая, втягивается в расширенную переднегрудь. Передняя часть головы хитинизирована. Глаз нет. Усики короткие, 3-члениковые. На спинной хитинизированной площадке, так называемом верхнем щите, расположены одна или две продольные бороздки, сходящиеся под углом в своей передней части. Длина личинок златок колеблется от 4–5 до 70 мм.

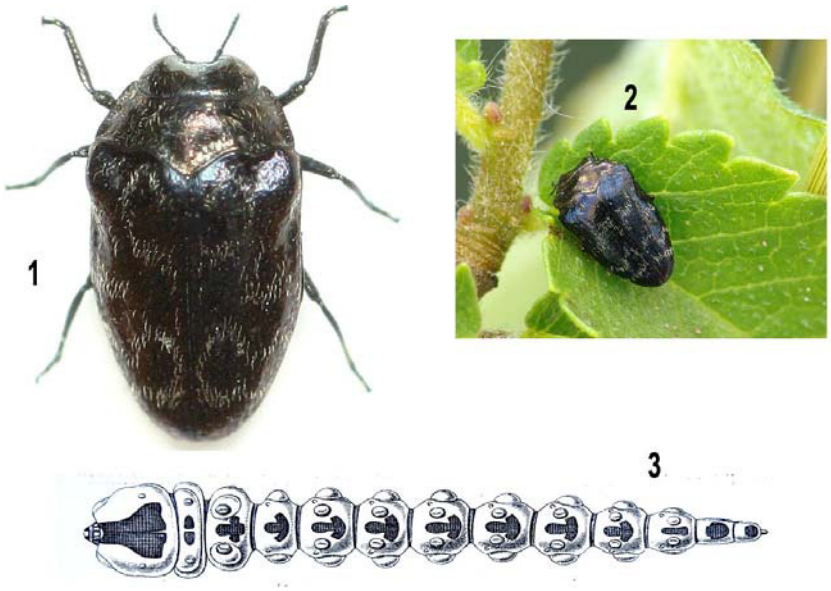


Рис.3.15. Златка ивовая минирующая: 1-2 – жук, 3 – личинка

Развитие яиц длится от нескольких дней до 2–4 недель, в зависимости от температуры.

Повреждает ивы, бересклет, липу, тополя и другие лиственные, вьюнок. Отмечена на черешне, яблоне. В основном представители семейства златок относятся к стволовым вредителям, т.е. личинки развиваются в толще древесины. Однако данный вид относится к минерам. Характер повреждения – личинки прокладывают ходы (мины) внутри тканей листа растения, обычно липы и ивы, а взрослые жуки проходят дополнительное питание на тех же породах, скелетируя лист.

По данным лесопатологических обследований в период с 2004 по 2013 годы очагов массового размножения златки ивовой минирующей на территории Республики Башкортостан не регистрировалось. Однако в 2012 году отмечен очаг заражения данным вредителем на площади 1 387,1 га, который в 2013 году увеличился до 1 566,5 га.

Моль дубовая широкоминирующая (*Acrocercops* (=*Coriscium*) *brongniardella* F.) – насекомое из рода *Acrocercops* Wallengren семейства Моли-пестрянки (*Gracillariidae* Stainton) отряда Чешуекрылые (*Lepidoptera* Linnaeus). Передние крылья рыжие с бурым напылением и рисунком из белых полос в черной кайме, задние крылья бурые, глаза ярко-красные (рис.3.16). Размах крыльев составляет 8–10 мм. Гусеница зеленая с широкими рыже-красными кольцами. Куколка рыжевато-зелёная.

Рис.3.16. Моль дубовая широкоминирующая: 1-2 – бабочка, 3 – гусеница, 4 – лист дуба, поврежденный дубовой широкоминирующей молью

Массовый лёт происходит в середине июля. До ухода на зимовку бабочки яиц не откладывают. Уход на зимовку их происходит в сентябре-октябре. Зимуют бабочки под корой старого сухостоя (предпочитают дуб), в трещинах – под чешуйками коры в нижней части стволов старых сосен. Лёт продолжается 7–10 дней. Самки откладывают яйца в сумерки и ночью на верхнюю сторону развивающихся листьев вдоль центральной жилки до 10 шт. на лист. Общая плодовитость до 50 яиц. Гусеницы, выходящие через 3–7 дней из яиц, проделывают под эпидермисом листа верхнесторонние змеевидные мины. Затем с ростом гусениц они сливаются в одну общую мину, которая часто занимает всю поверхность листа. Через 3–4 недели поверхность мины иссушается и разрывается. Через эти разрывы гусеницы спускаются на паутинках в подстилку, где окукливаются в плотных паутинных коконах. Генерация одногодичная.

Повреждает только дуб.

По данным лесопатологических обследований в период с 2004 по 2013 годы очагов массового размножения дубовой широкоминирующей моли на территории Республики Башкортостан не регистрировалось. Однако в 2005 году был отмечен очаг заражения на площади 160 га, с 2006 года очагов размножения данного вредителя не было. Результаты лесопатологических обследований показывают, что популяция дубовой широкоминирующей моли на территории Республики Башкортостан в ближайшие несколько лет будет находиться в депрессивном состоянии.

3.3.4. Стволовые вредители

Короед типограф (*Ips typographus* Linnaeus) – насекомое из рода Короеды (*Ips* De Geer) подсемейства Короеды (*Scolytidae* Latreille) семейства Долгоносики (*Curculionidae* Latreille) отряда Жесткокрылые (*Coleoptera* Linnaeus). Жуки коричневые блестящие волосистые, 4,2–5,5 мм длиной, поверхность лба грубо зернистая с крупными бугорками в нижней части. По краям тачки с правой и левой стороны по четыре конусовидных зубца, третий (считая от головы) на конце имеет утолщение в виде пуговки. Все зубцы не имеют общего основания. Поверхность тачки матовая, как бы покрыта мыльной пленкой (рис.3.17).

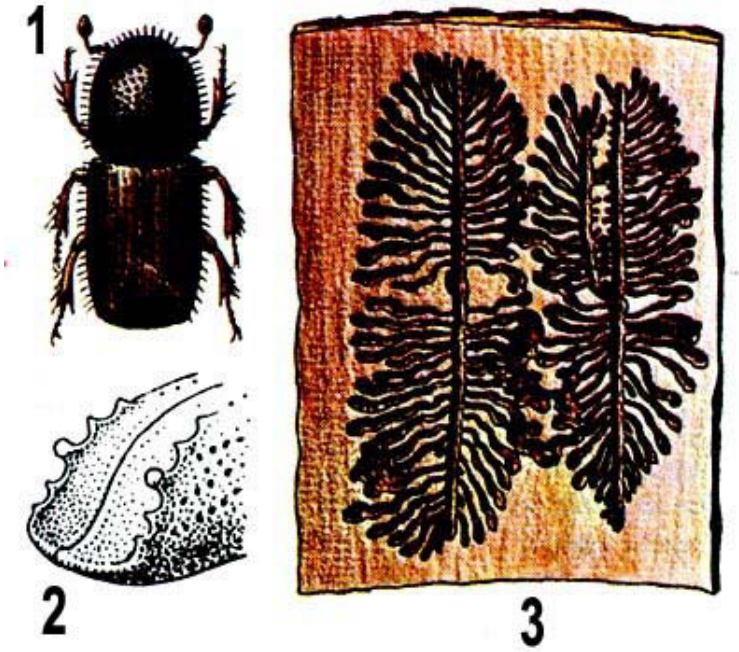


Рис.3.17. Короед-типограф: 1 – жук, 2 – скат его надкрылий (тачка), 3 – маточные и личиночные ходы под корой ели

Яйца маленькие, полупрозрачные с тонкой оболочкой, откладываются самкой по одному в яйцевые камеры. Яйцевые камеры располагаются по обеим сторонам маточного хода в 1 мм друг от друга. Плодовитость одной самки до 120 яиц. Личинки безногие, мягкие, кремово-белые, слегка серповидно изогнуты. Головы ясно выражены, светло-коричневые. Куколки без кокона, по форме напоминают жука, кремово-белые, покровы мягкие.

Повреждает ель обыкновенную (*Picea abies*), сибирскую (*P.obovata*), аянскую (*P.ajanensis*), восточную (*P.orientalis*), кедр сибирский (*Pinus sibirica*). Встречается и на других хвойных породах. Жуки короеда-типографа выгрызают в коре круглые входные отверстия, диаметром, равным толщине их тела, брачные камеры и маточные ходы, скрыты в

толще коры. Каждая самка после оплодотворения протачивает продольный маточный ход, идущий от брачной камеры вверх или вниз. Чаще всего от брачной камеры отходят 2–3 маточных хода. Длина ходов 6–12 см и ограничивается как плодовитостью самок, так и плотностью поселения на конкретном дереве. Личинки в процессе питания прогрызают личиночные ходы, идущие в стороны от маточных, повреждая при этом луб, внутренний слой коры, камбий и поверхностную часть древесины на глубину 1–2 мм. Личиночные ходы слегка извилистые, длиной 6–7 см, не пересекаются, к концу все больше расширяются и заканчиваются кукольными колыбельками, расположенными в толще коры. Степень повреждения в процентах от общей площади поверхности ствола зависит от численности короедов, заселивших дерево. Типограф заселяет стволы растущих и срубленных деревьев в районе тонкой и толстой коры, неокоренные лесоматериалы и порубочные остатки. При массовом размножении активно нападает на жизнеспособные деревья с зеленой хвоей, без внешних признаков ослабления.

Короед-типограф – опасный вредитель, способный давать вспышки массового размножения на больших площадях и приводить ослабленные насаждения к усыханию. Продолжительность вспышки массового размножения зависит от многих факторов, но главным образом от наличия кормовой базы и погодных условий, и может длиться в эпизодических очагах от 1-го года до 9 лет, а в хронических очагах – от 10 лет и более (пока насаждение не погибнет или не оздоровится в результате каких либо причин).

Климатические факторы самым непосредственным образом влияют на распространение вредителей леса. Периодические засухи, повышения уровня грунтовых вод, ураганные ветра, лесные пожары вызывают ослабления лесов, в результате возникают очаги стволовых вредителей в лесном фонде Республики Башкортостан. Данные лесопатологических обследований в период с 2004 по 2013 годы показывают, что идет постепенное нарастание площадей, пораженных короедом-типографом. Площадь лесов, поврежденных данным вредителем, увеличилась с 48,0 га (2004 год) до 771,6 га в 2013 году.

Заболонник березовый (*Scolytus ratzeburgi* Janson) – насекомое из рода Заболонники (*Scolytus* Geoffroy) семейства Долгоносики (*Curculionidae* Latreille) отряда Жесткокрылые (*Coleoptera* Linnaeus). Самый крупный из заболонников. Жук длиной 4,5–6,5 мм, смоляно-черный, блестящий (рис.3.18).

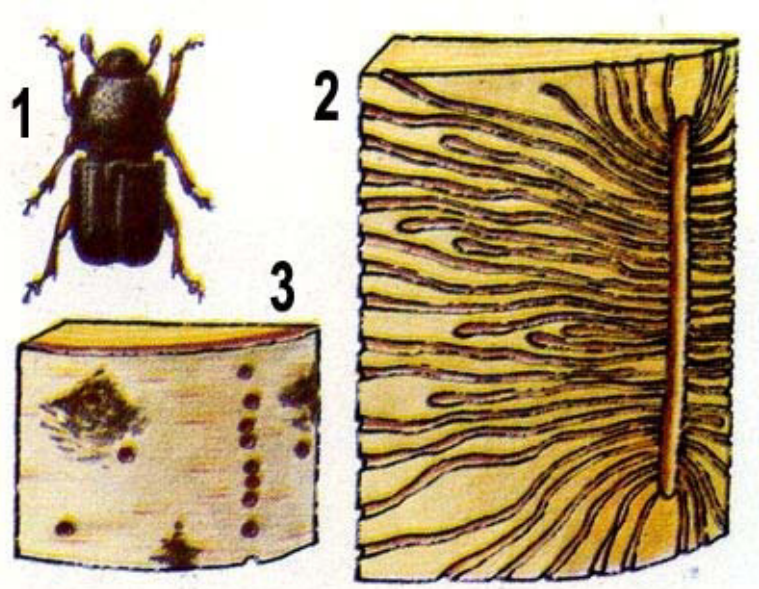


Рис.3.18. Березовый заболонник: 1 – жук, 2 – маточный и личиночные ходы, 3 –вентиляционные отверстия

Лоб самца покрыт длинными и густыми волосками и кроме короткого продольного киля над челюстями имеет округлое мелкое углубление между глазами. Лоб самки слабо-сводчатый, также с продольным килем над челюстями, но без волосков. Щит равномерно покрыт мелкими точками. Надкрылья плоские с бороздами грубой пунктировки, промежутки между бороздами покрыты мелкими точками. Задняя часть надкрыльем имеет гладкие края. Брюшные сегменты направлены косо вверх, третий брюшной сегмент самца посередине имеет довольно крупный бугорок в форме пуговицы, на четвертом сегменте имеет образование, возникшее в результате срастания двух рядом лежащих бугорков. Ноги и усики коричневые. Семичленный жгутик усиков несет трехчленную овальную плоскую булаву. Жуки летают в июне и в первой половине июля, в южных областях лёт начинается с конца мая.

Повреждает различные виды березы. Жуки и личинки прогрызают ходы в коре, задевая заболонь, что приводит к отмиранию камбия в местах развития вредителя. При дополнительном питании жуки выгрызают на побегах кору в виде маленьких площадок и изогнутых каналов около почек. Маточные ходы простые, продольные, довольно длинные (до 13 см, чаще 5–9 см). Изредка встречаются ходы двойные, в форме продольной скобки, ветви которой прокладываются разными самками. На коре вдоль маточного хода имеется много так называемых вентиляционных отверстий, или «отдушин». Такие отверстия являются характерным признаком заселения дерева березовым заболонником. Личиночные ходы частые, длинные, вначале поперечные, затем лучеобразно расходятся от маточного хода. Они плотно забиты буровой мукой. Куколочные колыбельки чаще расположены в коре. Зимуют личинки в ходах.

По данным лесопатологических обследований, в период с 2004 по 2013 годы очагов массового размножения березового заболонника на территории Республики Башкортостан не регистрировалось. В 2011 году был отмечен очаг заражения березовым заболонником на площади 34 га, который уменьшился в 2012 году до 14 га и полностью ликвидирован в том же году за счет проведенных санитарно-оздоровительных мероприятий (рубки ухода).

Златка пожарная (*Melanophila* (=*Trachypteris*) *acuminata* Deg.) – насекомое из рода *Melanophila* Eschscholtz семейства Златки (*Buprestidae* (=*Electrapatidae*) Leach) отряда Жесткокрылые (*Coleoptera* Linnaeus). Жук одноцветно угольно-черный, сверху слабо, снизу сильно блестящий, удлиненный, сзади клиновидно суженный, уплощенный (рис.3.19).

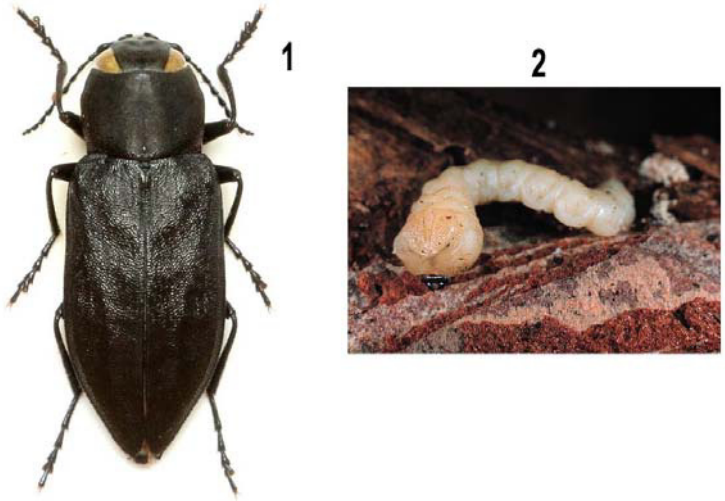


Рис.3.19. Златка пожарная: 1 – жук, 2 – личинка

Передний край наличника угловато-выемчатый, лоб слабо выпуклый, впереди с коротким продольным вдавлением посредине, суженный назад, с прямыми боковыми сторонами, покрыт очень густой и глубокой точечностью и крайне короткими, незаметными волосками. Переднеспинка поперечная, длина ее составляет приблизительно 0,7 ее ширины, спереди и сзади двувыемчатая, на боках закругленная, наибольшей ширины у середины своей длины, слегка выемчатая перед острыми задними углами; с продольной вдавленной линией посредине, иногда углубленной у щитка, и двумя слабыми вдавлениями у задних углов вдоль боковых сторон. Поверхность переднеспинки неровная, возвышения на ней слабые и изменчивые, покрыта очень мелкой равномерной ячеистой скульптурой, голая. Щиток очень маленький, спереди срезанный, сзади округлый. Надкрылья вдвое длиннее своей ширины, до вершинной трети с параллельными боками, далее закруглены и прямолинейно сужены к заостренным по отдельности вершинам, по всему внешнему краю мелко зазубренные; с неровной поверхностью, часто

слабый киль идет от плеч к вершинам, внутри и снаружи от него расположены продольные плоские прерванные вдавления. Скульптура надкрылий равномерно мелко-бугорчатая, бугорки сверху округленные, в основании на плечах имеются явственные вдавления, основной край плеча резко приподнят. Снизу покрыт короткими темными волосками, равномерно-точечный. Анальный стернит обоих полов выемчат на вершине. Длина 6,5–13,0 мм. Личинка длиной 13–16 мм. Грудь умеренно широкая. Часть опорной площадки переднеспинки, покрытая хитиновыми зернами, поперечноовальная, со слегка выемчатыми передним и задним краями и закругленными боками. У-образные бороздки на ней прямые, назад не сильно расходящиеся. Верхняя губа поперечная, в полтора раза шире своей длины. Мандибулы трехзубчатые. Первая пара дыхалец в два с половиной раза больше брюшных. Личинка похожа на личинку синей сосновой златки, но нижний щиток прямоугольный с закругленными углами и параллельными боковыми краями, верхний щит почти округлый. Челюсти с тремя зубцами, из которых два верхних наиболее крупные. Куколка длиной 11–13 мм. Тело овальновытянутое уплощенное. Голова небольшая. Усики заканчиваются на уровне переднего края заднеспинки. Переднеспинка широкая, почти равна ширине средних (наиболее широких) сегментов брюшка. В длину равна длине средне- и заднеспинки вместе взятых. С боков она несколько выпуклая, спереди и сзади двувыемчатая. Боковые углы ее заднего края слаборазвитые, тупые. Заднеспинка почти прямоугольная. Ноги длинные, достигают седьмого сегмента брюшка. Крылья узкие. Вторая пара крыльев на концах вытянута в узкие сосочки. Стигмы ясно выражены, овальные.

Повреждает сосну, ель, можжевельник, кедр, реже березы. Личинки прогрызают ходы, которые вначале слабо задевают заболонь, а затем углубляются в древесину. Обычно поселяется в нижней части стволов, иногда в верхней части корней. Личинки точат длинные ходы в виде широких извилистых плоских лент, шириной до 5–6 мм, и площадок. Затем личинка углубляется в древесину, делает в ней плоский, иногда длинный ход такой же ширины, проходящий вдоль ее поверхности на глубине 1,5 см и больше, с камерой окукливания, лежащей в древесине и заканчивающейся ходом от камеры к поверхности, обычно немного не законченным личинкой, так что жуку остается преодолеть обычно небольшой слой древесины и кору. Ход под корой заполнен типичной для златок бурой мукой, уложенной концентрическими слоями; ход внутри древесины очень плотно забит мелкой светлой буровой мукой; ход из камеры окукливания к поверхности закрыт рыхлыми опилками овального сечения, как и сама камера.

По данным лесопатологических обследований в период с 2004 по 2013 годы очагов массового размножения златки пожарной на территории Республики Башкортостан не регистрировалось. Результаты

лесопатологических обследований показывают, что популяция златки пожарной на территории Республики Башкортостан в ближайшие несколько лет будет находиться в депрессивном состоянии при проведении своевременных рубок ухода в насаждениях, поврежденных пожарами.

Усач черный (бронзовый) сосновый (*Monochamus galloprovincialis* Olivier) – насекомое из рода Усачи черные (*Monochamus* Dejean*)* семейства Усачи (жуки-дровосеки) (*Cerambycidae* (*=Hypocephalidae*; *=Parandridae*;= *Spondylidae*) Latreille) отряда Жесткокрылые (*Coleoptera* Linnaeus). Жуки от бурого до черного цвета, с заметным бронзовым отливом, в белых, серых, желтых или рыжих волосках (рис.3.20).

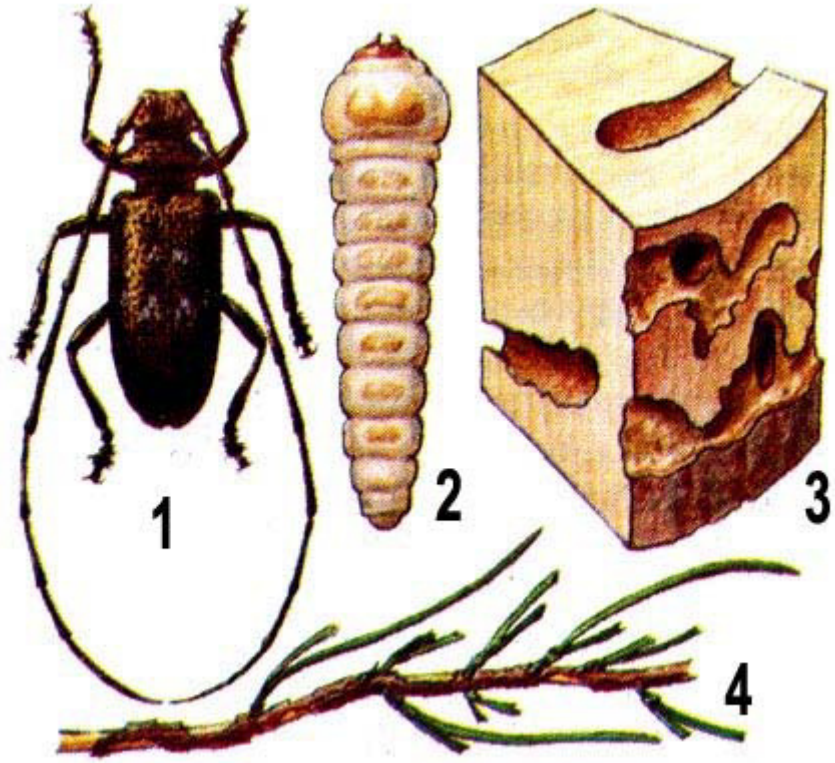


Рис.3.20. Сосновый черный усач: 1 – жук, 2 – личинка, 3 – личиночные ходы под корой и в древесине, 4 – сосновая ветвь, повреждённая жуками

На надкрыльях волоски часто сгруппированы в пятна, нередко образующие неясные перевязи. Усики у самцов нередко черные, в 2,0–2,5 раза длиннее тела, у самок – пестрые, заходят за вершину надкрылий тремя-четырьмя вершинными члениками. Надкрылья без хорошо заметного поперечного вдавления в базальной трети. В передней половине грубо зернисто-точечные; в задней половине пунктировка сразу резко ослабленная. Щиток широкий, чаще с желтым или ржаво-желтым волосяным покровом, который разделен голой продольной бороздкой до средины. Личинки белые, безногие, длиной до 40 мм, двигательные мозоли с поперечными рядами и овалами из гранул, дыхальца некрупные, светло-желтые.

Лет жуков в июне–августе до начала сентября. Оплодотворенные самки выгрызают в коре стволов продолговатые углубления и откладывают в них по 1–2 яйца. Через 10–15 дней из яиц отрождаются белые безногие личинки, которые начинают питаться, выгрызая вначале ходы под корой, а затем в древесине. Личинки зимуют в древесине, в конце своего хода. В первой половине следующего года личинки окукливаются в подготовленных ими колыбельках в непосредственной близости от поверхности древесины в мае-июне. Молодые жуки вылетают в июне-августе.

Черный сосновый усач заселяет, в основном, сосну. Кроме сосны изредка нападает на ель, лиственницу и кедр. Во время лета жуки проходят дополнительное питание в кронах сосен, где они обгладывают кору на тонких веточках и побегах текущего года. Поврежденные веточки и побеги при сильном ветре обламываются и падают на землю. Оплодотворенные самки выгрызают в коре стволов продолговатые углубления («насечки») и откладывают в них по 1–2 яйца. Насечки неглубокие (до 2 мм), на тонкой коре с характерной формой поперечных щелей до 3–5 мм длиной, а на более толстой коре в средней части стволов они имеют вид воронок. Одна самка откладывает до 30 яиц. Вышедшие из яиц личинки выгрызают под корой большие неправильной формы полости-площадки, а примерно через месяц начинают углубляться в древесину, выгрызая ход овального сечения. На стоящих деревьях ход вначале идет в направлении к центру, затем вверх параллельно оси ствола, потом поворачивает в сторону и заканчивается у поверхности заболони на глубине около 1 см. Ход имеет скобкообразную форму. Длина хода в древесине редко превышает 30 см. На лежащих деревьях ходы пересекают центр ствола (при толщине дерева до 20 см) или изгибаются дугообразно (на более толстых стволах). Молодые жуки прогрызают круглое отверстие диаметром 5–7 мм, через которое выходит из древесины наружу.

В результате повреждения ветвей в кронах сосен при дополнительном питании происходит их ослабление и они становятся в дальнейшем объектом заселения усачом. Заселенные вредителем деревья гибнут. При массовом размножении черный сосновый усач способен заселять также вполне жизнеспособные деревья. Особенно большое значение имеет усач на горельниках, где ускоряет гибель древостоя. Многочисленные личиночные ходы, глубоко идущие в древесину, сильно ухудшают качество лесоматериалов.

По данным лесопатологических обследований в период с 2004 по 2013 годы очагов массового размножения черного соснового усача на территории Республики Башкортостан не регистрировалось. Результаты лесопатологических обследований показывают, что популяция черного соснового усача на территории Республики Башкортостан в ближайшие несколько лет будет находиться в депрессивном состоянии.

Усач черный еловый (пихтовый) большой (*Monochamus urussovi* Fisch.) – насекомое из рода Усачи черные (*Monochamus* Dejean*)* семейства Усачи (жуки-дровосеки) (*Cerambycidae* (*=Hypocephalidae*; *=Parandridae*;*= Spondylidae*) Latreille) отряда Жесткокрылые (*Coleoptera* Linnaeus). Тело жука блестящее черное, смоляно-черное или с легким буроватым оттенком снизу (рис.3.21).

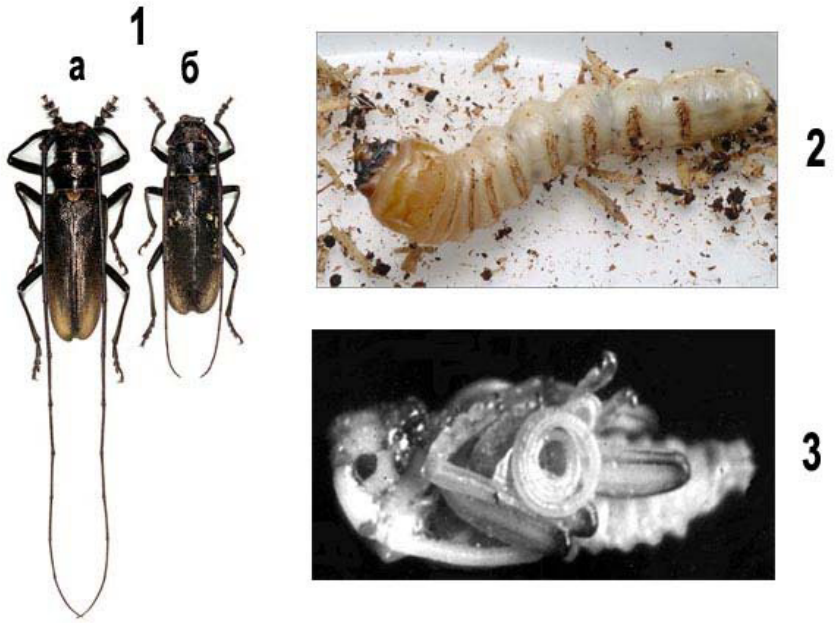


Рис.3.21. Усач черный еловый (пихтовый) большой: 1 – жук (а – самец, б – самка), 2 – личинка, 3 – куколка

Длина жука 25–35 мм. У самцов надкрылья с явным поперечным вдавлением в передней трети, с густой, на основании – грубозернистой пунктировкой, часто с зеленовато-бронзовым отливом. На вершине надкрылий волоски гораздо гуще и длиннее (отчего она кажется покрытой беловатым пушком-налетом). Надкрылья самок с белыми или желтоватыми волосяными пятнами, нередко образующими нечто вроде двух разбитых перевязей во второй трети надкрылий. Щиток густо покрыт желтыми волосками, обычно без голой продольной бороздки. Усики самцов в 1,5–2,0 раза, а у самок не более чем в 1,25 раза длиннее тела. Переднеспинка грубо морщинисто пунктирована, часто с пятнами из белых или желтоватых волосков. Взрослые личинки длиной до 55 мм, похожи на личинок черного соснового усача, но отличаются более крупными, хорошо заметными коричневыми дыхальцами.

Повреждает все хвойные породы, предпочитает ель и пихту. Самки прогрызают на коре узкие углубления, так называемые «насечки», в которые откладывают по 1–2 яйца. Вышедшие из яиц личинки вначале грызут ходы в толще коры, затем площадки на поверхности заболони, периодически углубляясь в древесину. После зимовки уходят в древесину,

прогрызая глубокие ходы. Периодически возвращаются под кору для питания лубом, при этом очищают старые ходы под корой от опилок, выбрасывая их наружу через выгрызенные в коре овальные отверстия. Личинки зимуют дважды. После второй зимовки подводит ход почти к самой поверхности заболони, расширяет его в колыбельку и окукливается в ней. Жук прогрызает круглое летное отверстие диаметром 9–12 мм и выходит наружу. При прохождении дополнительного питания в кронах деревьев жуки обгладывают кору тонких веток, чем при массовом размножении существенно ослабляют деревья. Нередко в дальнейшем их же и заселяют. Помимо хвойных деревьев жуки могут повреждать ветви и лиственных пород, таких как береза, осина, липа, клен, ильм.

По данным лесопатологических обследований, в период с 2004 по 2013 годы очагов массового размножения черного елового (пихтового) большого усача на территории Республики Башкортостан не регистрировалось. Результаты лесопатологических обследований показывают, что популяция черного елового (пихтового) большого усача на территории Республики Башкортостан в ближайшие несколько лет будет находиться в депрессивном состоянии.

Усач черный еловый малый (*Monochamus sutor* L.) – насекомое из рода Усачи черные (*Monochamus* Dejean*)* семейства Усачи (жуки-дровосеки) (*Cerambycidae* (=*Hypocephalidae*; =*Parandridae*;= *Spondylidae*) Latreille) отряда Жесткокрылые (*Coleoptera* Linnaeus). Жуки длиной 14–28 мм, черные или черно-бурые, блестящие, чаще с беловатыми или желтоватыми волосками и волосяными пятнами (рис.3.22). Надкрылья длинные, почти цилиндрические, без хорошо заметного вдавления в базальной трети. Основная половина надкрылий в сильно морщинистой, иногда слабо зернистой, очень грубой пунктировке, постепенно ослабленной к вершине. Щиток в густом белом или желтом покрове; полностью разделен голой срединной бороздкой. Переднеспинка и надкрылья со светлыми волосяными пятнышками, более развитыми у самок. Личинки длиной до 45 мм. Похожи на личинок черного соснового усача, но дыхальца более широкие, желтые

Повреждает ель, пихту, лиственницу, сосну, кедр сибирский. Самки прогрызают на коре узкие углубления, так называемые «насечки», в которые откладывают по одному, реже по два яйца. Вышедшие из яиц личинки, вначале грызут ходы в толще коры, затем площадки на поверхности заболони, после чего углубляются в древесину.

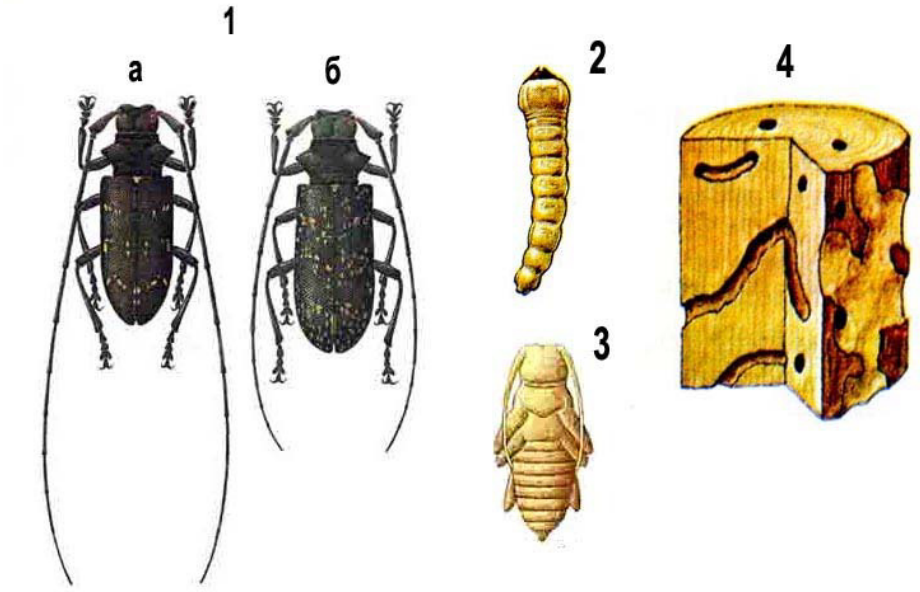


Рис.3.22. Усач черный еловый малый: 1 – жук (а – самец, б – самка), 2 – личинка, 3 – куколка, 4 – повреждённая древесина

Периодически возвращаются под кору для питания лубом, при этом очищают старые ходы под корой от опилок, выбрасывая их наружу через выгрызенные в коре овальные отверстия. Заселенные усачом деревья можно отличить по большому количеству крупноволокнистой буровой муки. Личиночный ход сначала углубляется в древесину на 3–10 см, затем круто поворачивает и направляется по длине ствола (у стоячего дерева – чаще вверх, у лежачего – как придется). Эта часть хода постепенно загибается наружу и заканчивается, не доходя до поверхности древесины, несколько расширенной частью – колыбелькой (в тонких стволах и ветвях ход бывает и косо-поперечным). Здесь личинка зимует. Окукливание происходит в мае-июне, после 1-й или 2-й зимовки в древесине. Отродившийся жук прогрызает круглое летное отверстие диаметром около 7 мм и выходит наружу. При прохождении дополнительного питания в кронах деревьев жуки обгладывают кору тонких веточек в виде небольших поперечных площадок. Поврежденные веточки легко обламываются ветром, что при массовом размножении существенно ослабляет деревья. Нередко в дальнейшем такие деревья становятся объектом заселения усачом. Вред, наносимый жуками и личинками, очень существенный. Заселяя ослабленные деревья, а при массовом размножении и деревья без внешних признаков ослабления, усач приводит их в конечном итоге к гибели. Ходы, проделанные личинками в древесине, в значительной степени снижают ее товарность. Оставленные в лесу неокоренные и незащищенные инсектицидами заготовленные лесоматериалы, в результате заселения усачом, превращаются в дрова.

По данным лесопатологических обследований, в период с 2004 по 2013 годы очагов массового размножения черного елового малого усача на территории Республики Башкортостан не регистрировалось. Результаты лесопатологических обследований показывают, что популяция черного елового малого усача на территории Республики Башкортостан в ближайшие несколько лет будет находиться в депрессивном состоянии.

Лубоед сосновый большой (*Tomicus* (=*Blastophagus*) *piniperda* L.) – насекомое из рода Садовники лесные (*Tomicus* Latreille) подсемейства Короеды (*Scolytidae* Latreille) семейства Долгоносики (*Curculionidae* Latreille) отряда Жесткокрылые (*Coleoptera* Linnaeus). Жук длиной 3,5–4,7 мм. Молодые жуки темно-бурые, старые – черного цвета, тело блестящее в редких волосках, голова пунктирована довольно редкими и мелкими точками, покрыта волосками, которые на лбу редкие и недлинные (рис.3.23).

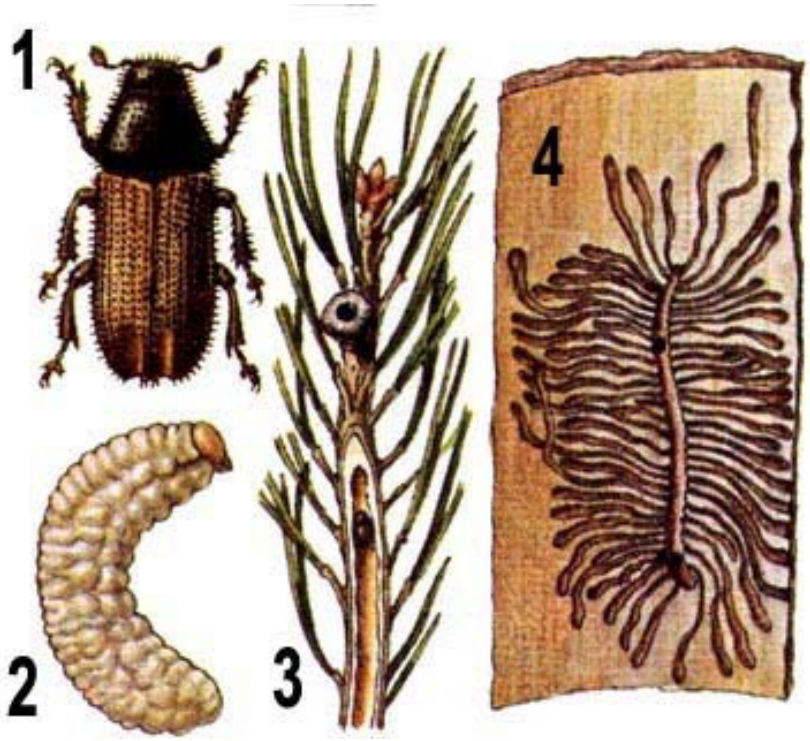


Рис.3.23. Лубоед большой сосновый: 1 – жук; 2 – личинка; 3 – побег, поврежденный жуком при дополнительном питании; 4 – маточный и личиночные ходы под корой

Переднегрудь на переднем крае без выемки, к голове сужена, ширина ее не больше длины, грубо и однообразно пунктирована, в густых светлых волосках. Надкрылья кзади округленные, точки бороздок неглубокие длинные, довольно редкие; промежутки между бороздками: второй на скате без бугорков и слегка углублен, остальные с довольно острыми бугорками, сильнее выраженными на скате надкрылий; несут густые светло-рыжие торчащие волоски. Низ тела и ноги покрыты длинными, направленными назад рыжими волосками.

Повреждает сосну обыкновенную и пицундскую, редко другие хвойные породы. Характер повреждения – самка выгрызает в толстой коре сосны входной канал, от которого затем начинает прокладывать вверх одиночный маточный ход. Из входного канала обычно вытекает живица, которая быстро затвердевает, образуя форму воронки. Оплодотворенная самка выгрызает по сторонам маточного хода многочисленные углубления – яйцевые камеры и откладывает в них по одному овальному яичку. Местами самка выгрызает в маточном ходе углубления, так называемые брачные приюты для повторного спаривания. Молодые жуки несколько дней кормятся в куколочных колыбельках, затем в июне-июле выходят наружу, проделав в коре круглое летное отверстие. После вылета жуки летят в кроны сосен и вгрызаются в сердцевины побегов, где проходят дополнительное питание тканями сердцевины. Вокруг входного отверстия на побегах нередко образуются смоляные воронки. Поврежденные побеги обламываются ветром и осыпаются на землю, происходит так называемая «стрижка» крон.

По данным лесопатологических обследований, в период с 2004 по 2013 годы очагов массового размножения соснового большого лубоеда на территории Республики Башкортостан не регистрировалось. Однако в 2006 году был отмечен небольшой очаг заражения на площади 6 га, который в 2007 году увеличился до 12 га. С 2008 года очагов размножения данного вредителя не было. Результаты лесопатологических обследований показывают, что популяция соснового большого лубоеда на территории Республики Башкортостан в ближайшие несколько лет будет находиться в депрессивном состоянии.

3.3.5. Болезни хвойных

Корневая губка (*Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref. (=*Fomitopsis annosa* (Fr.) Karst.)) – вид грибов из рода *Heterobasidion* Bref. семейства *Bondarzewiaceae* Kotl. & Pouzar порядка Сыроежковые (*Russulales Kreisel* ex P.M. Kirk, P.F. Cannon & J.C. David) класса Агарикомицеты (*Agaricomycetes* Doweld) отдела Базидиальные грибы, базидиомицеты (*Basidiomycota* R.T. Moore). Плодовые тела гриба однолетние или многолетние, с ежегодно нарастающими слоями трубочек. По своей форме они чрезвычайно разнообразны и варьируют от сидячих и приплюснутых до распростертых раковино- и копытообразных (рис.3.24).

Рис.3.24. Корневая губка: 1 – схема заражения; 2 – плодовые тела; 3 – чистая культура гриба *Heterobasidion* annosum

Размер плодовых тел зависит от их возраста, в благоприятных условиях шляпки могут достигать длины 30–40 см при толщине 3–6 см. Верхняя поверхность растущего тела имеет плотную покровную корку, предохраняющую внутреннюю ткань. Корка сверху бугристо-морщинистая с неясно выраженными концентрическими полосами, желтовато-коричневая окраска ее изменяется по мере старения плодового тела до темно-бурой. Края плодового тела стерильные, светло-серого цвета, округлые. По консистенции плодовые тела пробковые или деревянистые, причем по мере высыхания их консистенция существенно изменяется. Внутренняя ткань растущего плодового тела (трама) мягко-пробковой консистенции от белой до светло-соломенной окраски, несколько зональная, толщиной до 0,9 см. У плодового тела прошлого года она коричневого или темно-коричневого цвета, толщиной 0,3–0,7 см. Трубочки гименофора вначале молочно-белые, затем становятся светло-желтыми округлой или угловатой формы. Прирастают они ежегодно на 3–7 мм, диаметр пор колеблется от 0,2 до 0,6 мм. Базидиоспоры шаровидно-эллипсоидной формы, с одной стороны плосковатые, размером 5,5–7×4,5–5 мкм бесцветные, слегка клейкие. В плодовом теле площадью 100 кв. см содержится до 18–20 млн спор. Период споруляции равен примерно 5 месяцам. В течение вегетационного периода среднее по размерам плодовое тело гриба продуцирует свыше 2 млрд спор, сохраняющих свою жизнеспособность в течение 7–8 недель.

Плодовые тела корневой губки обычно появляются на пораженных грибом корнях свежеветровальных и наклонившихся деревьев при наличии хорошо развитой гнили, доступа воздуха и рассеянного света и являются важным диагностическим признаком. Нередко они располагаются по окружности в виде ободка у основания усохших деревьев. В высокополнотных насаждениях плодовые тела можно найти в слое подстилки, прикрепленными к шейке корня сильно ослабленных деревьев, изредка они произрастают на поверхности пней, еще реже – на неразложившейся лесной подстилке. Почва на зараженных участках также является источником инфекции этого гриба.

Корневая губка вызывает пеструю волокнистую гниль корней и основания ствола всех хвойных пород. Начинаясь в корнях, гниль обычно заходит также в нижнюю, самую ценную часть ствола. В первой стадии гниения древесина окрашивается у сосны в красно-бурый, а у ели в лиловато-серый цвет. Вторая стадия характеризуется образованием белых продолговатых пятен – «выцветов» с темными центральными точками и черными полосками. На третьей стадии гниения вместо белых пятен образуются пустоты, древесина становится волокнисто-ямчатой. Гриб образует также своего рода абортивные плодовые тела в виде мицелиальных подушечек на корневой шейке или корнях. Они обычно 1–5 мм в диаметре светло-серовато-желтые с ровной поверхностью, напоминающей замшу. Эти подушечки очень полезны для определения гриба.

Распространена корневая губка в хвойных и смешанных лесах лесной и лесостепной зоны во всех типах лесорастительных условий, за исключением заболоченных местообитаний. Наиболее сильное развитие болезни и наибольший вред от корневой губки наблюдается при поражении высокобонитетных насаждений в свежих типах леса. Поражаются насаждения разного возраста. В пригородных лесах и лесопарках развитию очагов корневой губки благоприятствуют повышенные рекреационные нагрузки.

Площадь насаждений в Республике Башкортостан, поврежденных корневой губкой за последние 10 лет значительно увеличилась. В 2004 году площадь заражения корневой губкой составляла 128 га, в 2013 году – 1 023,5 га. Корневой губкой заражено 8–10% всех лесов, подверженных болезнями.

Рак смоляной, рак-серянка – возбудителями болезни являются ржавчинные грибы *Cronartium flaccidum* (Alb. et Schw.) Wint. и *Peridermium pini* (Willd.) Kleb. (порядок Ржавичные *Uredinales* G.Winter). Поражаемые породы: сосна и промежуточные хозяева – травянистые растения. Гриб поражает кору молодых либо вершины и ветви старых сосен, там, где гладкая и тонкая кора. Мицелий проникает в клетки древесины и смоляные ходы, разрушает их, вследствие чего смола пропитывает близлежащие слои древесины и вытекает наружу. Кора в местах поражения шелушится и опадает. На обнаженной древесине образуется скопление смолы, застывшей в виде желваков желтого или черного цвета (рис.3.25). Развиваясь в клетках камбия, грибница прекращает рост древесины через 2–3 года после заражения. В пораженном месте образуются раковые язвы. Вследствие усиленного притока питательных веществ в непораженную часть ствола ширина годичных колец значительно увеличивается, что приводит к деформации ствола, выражающейся в резкой эксцентричности.

Рис.3.25. Смоляной рак (рак-серянка) сосны обыкновенной

Эксцентричность ствола с годами обозначается все резче, осмоление захватывает все большую часть диаметра. В конце концов, осмоленная древесина перестает проводить воду в достаточном количестве и вершина дерева засыхает. От места первичного заражения грибница продвигается главным образом вверх и вниз по стволу и медленнее по его окружности. Средняя скорость распространения грибницы составляет 11 см в год по длине ствола и 2,1 см в год по окружности. Болезнь может длиться от 2–3 до 100 лет в зависимости от скорости распространения мицелия, возраста и жизнеспособности дерева. При поражении подроста в возрасте от 3 до 20 лет болезнь продолжается несколько лет. Во взрослых насаждениях она протекает в течение нескольких десятков лет. Плодоношения гриба – спермогонии и эцидии образуются на стволах и ветвях сосны в местах поражения. Спермогонии небольшие, неправильной формы, желтые, обычно малозаметные. Эцидии образуются весной, нередко в большом количестве в виде желтых пузырей, выступающих из коры на более или менее значительном протяжении ветви или ствола. Перидий 2–3 мм высотой, 2–8 мм длиной, 2–3 мм шириной. Оболочка перидия из 2 слоев клеток. Эцидиоспоры округлые, эллипсоидальные или угловатые, 22–26–30×16–20 мкм. Оболочка бесцветная бородавчатая, содержимое оранжево-желтое. Уредо- и телейтостадии развиваются на травянистых растениях из сложноцветных и норичниковых.

Состояние зараженного дерева зависит от расположения и количества ран на стволе. При их возникновении в вершинной части

наблюдается суховершинность. Если усохшая вершина меньше половины длины кроны, то такие деревья могут жить в течение длительного времени. В противном случае пораженные деревья заметно ослабляются. Возникновение ран в нижней части кроны и под ней приводит к частичному или полному ее усыханию. Смоляной рак вызывает нарушение фотосинтеза. Раковые раны, охватывающие ствол более чем 2/3 его окружности, препятствуют поступлению воды и питательных веществ, что приводит к резкому снижению текущего прироста у больных деревьев. Наиболее сильно поражаются изреженные насаждения. Особенно страдают деревья по опушкам, около дорог и просек. Это объясняется тем, что возбудитель смоляного рака относятся к свето- и теплолюбивым видам. Развитие болезни в условиях интенсивного освещения и сильного нагревания стволов происходит в 2,5 раза быстрее, чем в затененных местах. Пораженные смоляным раком ослабленные деревья заселяются стволовыми вредителями, которые значительно укоряют процесс отмирания деревьев в очагах болезни.

В настоящее время насаждения, подверженные смоляному раку, занимают около 1% от всех насаждений Республики Башкортостан, подверженных болезнями (в 2013 году площадь насаждений, пораженных смоляным раком, составляла 61 га). За 2004–2013 год площади насаждений, пораженные смоляным раком, изменялись от 8 га в 2005 году (минимум) до 544,8 га в 2009 году.

3.3.6. Болезни лиственных

Голландская болезнь ильмовых пород (графиоз) – возбудитель является сумчатый гриб отдела Аскомицеты (*Ascomycota* Caval.-Sm.) семейства *Ophiostoma* Syd. & P.Syd. рода Цератоцистис (*Ceratocystis* Ellis & Halst.) *Ophiostoma ulmi* (Buisman) Nannf. (= *Ceratocystis ulmi* (Buism.) Moreau) с конидиальной стадией *Graphium ulmi* Schwarz. Поражает все европейские и азиатские виды ильмовых пород. Поражаются надземные органы дерева – стволы, ветви, листья. Первым признаком поражения служит как бы внезапное увядание листьев (при этом они остаются зелеными) и свертывание их вдоль центральной жилки (рис.3.26). Иногда листья становятся красно-бурыми. Усыхание деревьев начинается с боковых ветвей верхней части кроны или вершинки и распространяется по кроне и стволу вниз. Сначала отмирают самые молодые, а затем и более старые ветви. Усохшие молодые веточки принимают форму крючка. Часто пораженные деревья полностью теряют листву и на их стволах развиваются водяные побеги.

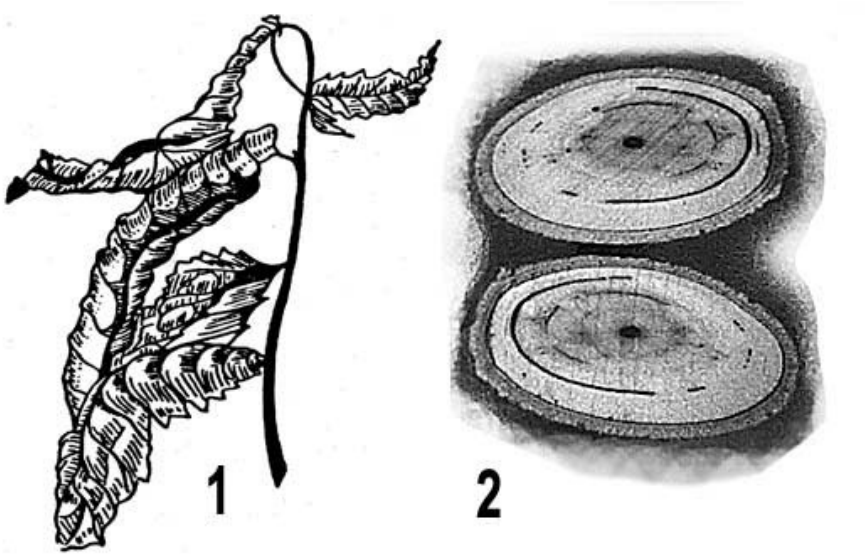


Рис.3.26. Голландская болезнь ильмовых: 1 – характерное скручивание («флажок») засохших листьев на поражённом побеге, 2 – потемневшие пораженные сосуды на поперечных срезах ветвей

Усыхание кроны – результат нарушения водного обмена. Оно связано с отмиранием окружающей сосуды паренхимы и частично с закупоркой сосудов пораженных ветвей и стволов тиллами, камедеобразными веществами и грибницей паразита, развивающейся из переносимых заболонником конидий. Признаком того, что дерево погибло именно от голландской болезни, является наличие в молодых слоях древесины темно-коричневых полосок закупоренных сосудов. На поперечных срезах пораженных ветвей в древесине хорошо заметны темно-коричневые штрихи, точки или пятна, расположенные в виде прерывистого или сплошного кольца. На продольном разрезе видны бурые полосы. При помощи лупы в ходах короедов и на внутренней поверхности отстающей коры и на заболони можно обнаружить коремии графиума. Размер коремий 1,5 мм, они черно-коричневые со светлой головкой 0,35 мм в диаметре.

Течение болезни в зависимости от внешних условий, возраста дерева и восприимчивости может быть острым, когда болезнь развивается очень быстро и деревья гибнут в течение нескольких недель или месяцев. Хроническая форма встречается чаще у старых, отдельно стоящих деревьев в парках и редких древостоях; она может длиться годами и вызывает медленное отмирание дерева. Развитию болезни способствует длительная сухая и жаркая погода. Благоприятным фактором является теплая влажная весна, когда в побегах образуются широкие сосуды, по которым споры легче проникают вглубь растения. Летний засушливый период ускоряет гибель деревьев.

Интенсивному развитию болезни способствует наличие источника инфекции в виде неокоренных усохших ранее деревьев, на которых

образуются споры, переносимые заболонниками на здоровые деревья. Вокруг пораженных деревьев постепенно образуются куртины отмирающих деревьев, которые постепенно разрастаются и сливаются между собой. Споры гриба переносятся от дерева к дереву с помощью ветра, дождевых брызг, насекомых. Особенно активно распространяют инфекцию ильмовые заболонники (особенно струйчатый и разрушитель). Они заносят споры гриба в сосуды тонких веточек, в развилках которых жуки проходят дополнительное питание, выедая сочный луб и поверхностные слои заболони. Заражение может также происходить через различные механические повреждения. Деревья заражаются только через свежие раны. От материнского дерева инфекция может передаваться поросли. Внутри ствола грибница переходит по сердцевинным лучам от одного годичного кольца к другому. Грибница живет в растении один год и поэтому для поддержания инфекции необходимо дополнительное ежегодное заражение деревьев. В срубленном дереве инфекция может сохраняться в течение двух лет. Дольше всего она сохраняется на неокоренных ветвях, лежащих в тени.

Графиоз – одна из опаснейших болезней ильмовых пород, препятствующая их произрастанию. Распространена в естественных и искусственных насаждениях степной и лесостепной зон. Болезнь поражает ильмовые всех возрастов, особенно сильно в 10–40 лет.

В настоящее время насаждения, подверженные голландской болезни ильмовых, занимают около 13% от всех насаждений Республики Башкортостан, подверженных болезнями (в 2013 году площадь насаждений, пораженных смоляным раком, составляла 1 563,9 га). Увеличение площадей, зараженных данной болезнью, началось с 2006 года, когда площадь была минимальной и составляла всего 130 га.

Бактериальная водянка, мокрый некроз березы – возбудитель фитопатогенная бактерия *Erwinia multivora* sch.-parf. и др. виды бактерий. Поражает березу. Внешними признаками болезни у старых деревьев является сильно изреженная крона с наличием в ней сухих ветвей (рис.3.27). На живых ветвях листва мелкая недоразвитая желтоватого цвета. Ниже усыхающей кроны по стволу появляются водяные побеги, которые также вскоре отмирают. На белой коре ствола появляются красные, как кровь, мелкие пятна от выступившей из мокрого луба жидкости. Вскоре пятна становятся черными. Красных и черных пятен на стволе может быть очень много, расположены они в основном в нижней части ствола. Под пятном луб мокрый, темно-бурого цвета, с кислым запахом. У молодых берез, так же как и у старых, усыхают ветви, красные и черные пятна на коре отсутствуют.

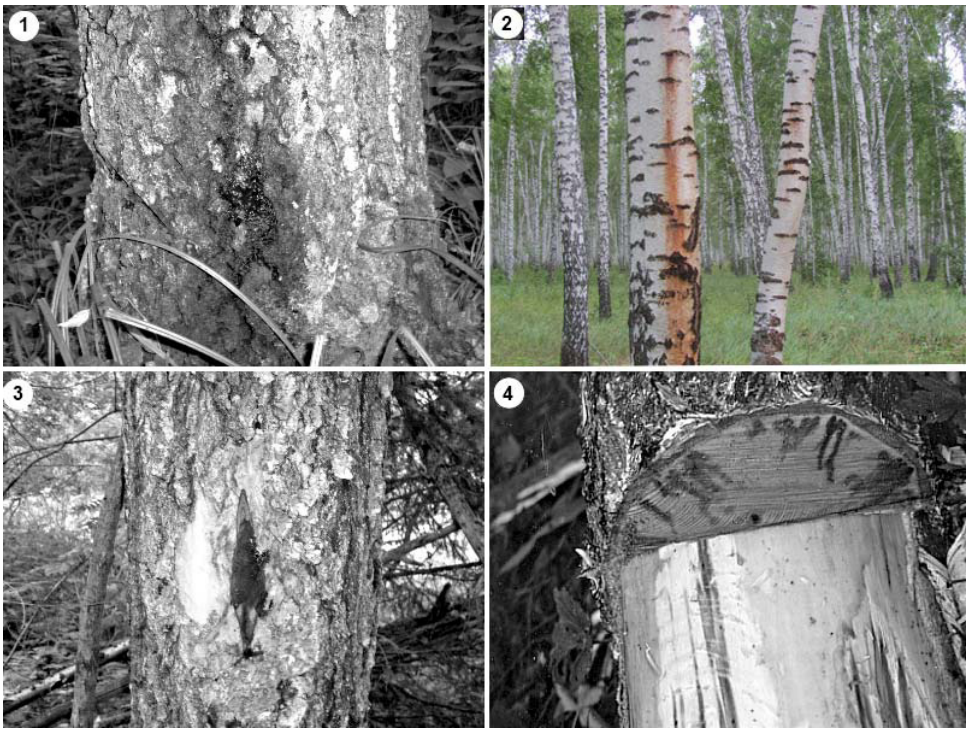


Рис.3.27. Бактериальная водянка березы: 1 – мокнущая рана в комлевой части ствола, 2 – пятна на коре, 3 – типичная ромбовидная рана, 4 – глубина проникновения болезни внутрь дерева на поздней стадии

У основания усохших веток почти всегда с одной стороны могут быть вдавленные раковые раны в любой части ствола, достигающие в длину 1 м. В толще луба темно-бурые пятна, впоследствии сливающиеся. Распространение их вглубь до камбия происходит только в осенний и весенний период. Когда кора отмирает и буреет, она становится мокрой так же, как и древесина ствола.

В последние годы заражение бактериальным заболеванием березы распространилось на обширные территории, охватив леса, практически, всех районов Республики Башкортостан, в составе которых присутствует береза. За последние 5 лет площади насаждений, пораженных бактериальными заболеваниями березы, увеличились в 5,3 раза, начиная с 2 172,6 га (2010 год) до 11 469,1 га, из них 1 713,84 га – погибшие насаждения (по состоянию на 1 ноября 2014 г.). В 2010 году данным заболеванием были поражены древостои, в основном, зауральского горно-лесостепного лесозащитного района, то в 2014 г. бактериальные заболевания березы распространилось по всем районам республики и в настоящий момент составляют 48% от всех площадей, подверженным болезням леса. Такое повсеместное распространение данной болезни является следствием продолжительной засухи 2010 и 2012 годов, а также проведение санитарно-оздоровительных мероприятий с нарушением рекомендаций по борьбе с бактериальной водянкой березы.

Микоз сосудов дуба, сосудистый микоз, трахеомикоз – возбудители сумчатые грибы из рода *Ceratocystis* (*C.roboris* (Georg. et Y. Teod) Potl., *C.kubanicum* (Scz.-Par.) Potl., *C.valachicum* C. Georgescu). Поражаемые породы – все виды дуба. По внешним признакам поражение сосудистым микозом очень напоминает голландскую болезнь ильмовых. Гриб развивается в сосудах, вызывая отмирание околососудистой паренхимы и интенсивное образование тиллов, закупорка сосудов которыми нарушает водоснабжение расположенных выше частей дерева (рис.3.28). Болезнь носит ярко выраженный очаговый характер и в зависимости от того, какие слои заболони захвачены, может протекать в острой и хронической форме; последняя встречается чаще.

Рис.3.28. Спил в комлевой части ствола дуба черешчатого, пораженного сосудистым микозом (трахеомикозом)

При острой форме увядание начинается с концов ветвей и быстро распространяется по всей кроне. Листья в этом случае закручиваются краями вверх, приобретают желтоватую или бронзовую окраску и через 3–6 недель после заражения опадают. Если заражение происходит в конце лета, листья буреют и опадают, не скручиваясь, а часть их сохраняется на ветвях зимой. Под корой усохших деревьев образуются скопления мицелия, выступающие из трещин коры. При хронической форме болезни постепенное отмирание кроны сопровождается ее деформацией. Подобный тип усыхания наблюдается в дубравах, находящихся под длительным воздействием неблагоприятных экологических факторов. Усыхание начинается с отдельных ветвей, листья уменьшаются в размерах, желтеют, буреют и опадают. Часто листья на больных ветвях не распускаются или опадают, не достигнув нормальных размеров. Вследствие измельчения листьев пораженные деревья отличаются хорошо заметной ажурностью кроны. Нередко у больных деревьев возникает суховершинность. Сильно ослабленные и усыхающие деревья образуют водяные побеги.

Внешние признаки сосудистого микоза могут проявляться и при поражении другими болезнями или под воздействием различных

неблагоприятных почвенно-климатических и антропогенных факторов. Поэтому достоверная диагностика болезни возможна только по внутренним признакам, главным для сосудистого микоза. На поперечном срезе пораженных ветвей видны бурые или темно-оливковые пятна, кольца, в отдельных случаях можно наблюдать побурение всей заболони. На тангентальных срезах внутренние симптомы имеют вид темно-бурых прерывистых тяжей длиной от 0,01 до 2 м.

На больных, отмирающих деревьях, формируется сумчатое плодоношение грибов. У *C.valachicum* образуются шаровидные перитеции черного цвета с удлиненной шейкой (485–662мкм), сумкоспоры в форме полумесяца с заостренными концами, 3,6–4 мкм длиной. *C.roboris* образует поверхностные, или слабо погруженные перитеции черного цвета, более крупные, с более длинной шейкой (476–900 мкм), сумкоспоры бесформенные, меньших размеров.

Возбудителей болезни распространяют заболонники, усачи и некоторые другие виды насекомых. Их также заносит дождевая вода через свежие сучки и различные поранения. Решающим фактором для заражения и дальнейшего распространения инфекции является предварительное ослабление деревьев. От больных пней и корней заражается пневая и корневая поросль, поэтому пни от сильно зараженных деревьев непригодны для возобновления дуба. Болезнь может передаваться с желудями, заражение которых происходит на деревьях и в период хранения. В очагах сосудистого микоза нередко встречается опенок осенний и некрозы (клитрисовый, виллеминиевый, черный немоспоровый и другие), которые могут ускорять процессы ослабления и усыхания дуба.

По данным лесопатологических обследований в период с 2004 по 2013 годы на территории Республики Башкортостан, с 2006 года постоянно фиксируются насаждения дуба, больные трахеомикозом (сосудистым микозом). Площадь поражения в разные годы варьировала от 8 га в 2009 году до 102 га в 2007 году. В 2013 году примерно 1% насаждений (51,7 га), подверженных болезням, составляли насаждения дуба, зараженные трахеомикозом (сосудистым микозом).

Трутовик ложный осиновый (*Phellinus tremulae* Bond. et Boriss.) – вид грибов из рода Феллинус (*Phellinus* Quél.) семейства Гименохетовые (*Hymenochaetaceae* Imazeki & Toki) порядка Непластинчатые, афиллофоровые (*Aphyllophorales*) класса Агарикомицеты (*Agaricomycetes* Doweld) отдела Базидиальные грибы, базидиомицеты (*Basidiomycota* R.T. Moore). Плодовые тела гриба (рис.3.29) многолетние, полукопытообразные, подушковидные либо распростертые по сучьям в местах их прикрепления к стволу, 1–25 см в поперечнике и 3–12 см толщиной. Консистенция их деревянистая, основание расширенное, поэтому они довольно трудно отделяются от субстрата.

Рис.3.29. Трутовик ложный осиновый: плодовое тело гриба

Поверхность шляпки темная, почти черная, переходящая к краю в ржаво-коричневый или сероватый цвет, со слабыми концентрическими бороздками и продольными трещинами. Ткань твердая, пробково-деревянистая каштаново-бурая. Трубочки рыже-коричневые, 3–4 мм длиной. Поры округлые мелкие, 4–6 на 1 мм.

Поражаемые породы: осина. Ложный осиновый трутовик вызывает желтую сердцевинную гниль стволов осины. При достаточном развитии на поперечном разрезе гниль характеризуется тремя четко выраженными зонами: центральная – светло-желто-коричневого или беловатого оттенка представляет собой разрушенную древесину (волокнистая гниль); вокруг нее темно-коричневое, иногда до черно-бурого цвета кольцо шириной 2–4 мм – черная линия; затем сильно увлажненная зеленоватая зона шириной 1 см (иногда 2–3 см), которая особенно заметна на свежих срезах. Отличительная особенность гнили – ясно ощутимый запах метилсалицилата. Гниль развивается главным образом в средней части ствола, но иногда распространяется по всей его длине, что влечет за собой огромные потери деловой древесины.

Распространен повсеместно в ареале осины, на других породах гриб не встречается. Ложный осиновый трутовик – один из самых вредоносных трутовых грибов. Пораженность средневозрастных, приспевающих и спелых насаждений может достигать 70–90 %.

За последние 10 лет площадь лесных насаждений в Республике Башкортостан, поврежденных ложным осиновым трутовиком, значительно увеличились. В 2006 году площадь заражения ложным осиновым трутовиком составляла 165,2 га, в 2013 году – 1 092,2 га. Ложным

осиновым трутовиком заражено 9–10% всех площадей лесов, подверженных болезнями.

Трутовик ложный (*Phellinus igniarius* (L. ex Fr.) Quel.) – вид грибов из рода Феллинус (*Phellinus* Quél.) семейства Гименохетовые (*Hymenochaetaceae* Imazeki & Toki) порядка Непластинчатые, афиллофоровые (*Aphyllophorales*) класса Агарикомицеты (*Agaricomycetes* Doweld) отдела Базидиальные грибы, базидиомицеты (*Basidiomycota* R.T. Moore). Плодовые тела гриба многолетние, крупных размеров – до 30 см в длину при толщине 15 см, сначала бугорчато-шаровидные, затем копытообразные, сидячие (рис.3.30).

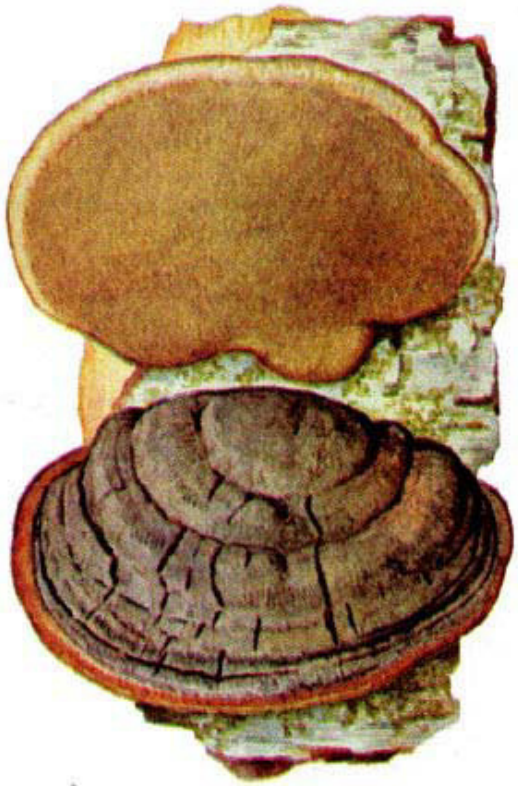


Рис.3.30. Плодовое тело ложного трутовика на стволе березы

Верхняя поверхность рыжевато-коричневая, затем бурая или темно-серая с хорошо выраженными концентрическими бороздками, с возрастом растрескивающаяся продольно, покрыта твердой коркой. Край плодового тела желто-коричневый. Ткань деревянистая, очень твердая, чаще ржаво-коричневая или бурая. Трубочки равнослоистые, ежегодно дающие новый слой в 3–6 мм толщиной коричневой окраски, с годами зарастающие легко заметной белой тканью. Поры очень мелкие, едва заметные, округлые, 4–5(6) на 1 мм.

Ложный трутовик вызывает центральную белую стволовую гниль с черными линиями, отделяющими ее от здоровой древесины, со

скоплениями рыжеватой грибницы в трещинах, образующихся в гнилой древесине при III стадии гниения. Внешние признаки гнили примерно такие же, как от осинового трутовика, но она отличается отсутствием запаха метилсалицилата и светло-желтым или соломенно-желтым цветом свежего среза раневого ядра, а через сутки после разреза бурым или буро-коричневым цветом. Гнилью поражаются деревья с 30–40-летнего возраста, когда на стволах появляются мертвые сучья. На осине ложный трутовик встречается редко. Для ложного трутовика характерны: размещение плодовых тел по одной вертикали, по 3–7 штук и более; тусклые темно-серые тона поверхности шляпки с четкими, сравнительно широкими концентрическими бороздками; твердая деревянистая ткань, благодаря которой гриб достигает большой величины и живет 40–50 лет и дольше.

Поражаемые породы: береза, реже осина, ольха. Распространен ложный трутовик повсеместно, встречается в лесах России в насаждениях всех классов возраста. Пораженность спелых древостоев иногда достигает 80–100 % и может носить скрытый характер (без образования плодовых тел).

За последние 10 лет площадь лесных насаждений в Республике Башкортостан, поврежденных ложным трутовиком, увеличились. В 2006 году площадь заражения ложным трутовиком составляла 1 144,7 га, в 2013 году – 1 226,6 га. Минимальная площадь заражения ложным трутовиком отмечалась в 2012 году и составляла 356,7 га. Ложным трутовиком заражено 4-10% всех площадей лесов, подверженных болезнями.

Мучнистая роса – грибковое заболевание растений вызывается различными видами микроскопических грибов. Характеризуется появлением на зеленых частях растений белого мучнистого налета, образованного мицелием и спороношениями патогена. Мучнистая роса поражает многие лиственные древесные породы, декоративные кустарники, цветочные растения, плодовые, ягодные и другие культуры. Все виды мучнистой росы сходны по биологии возбудителей, особенностям развития и проявления болезни, характеру причиняемого вреда. На поверхности листьев пораженного растения возникает белый налёт мицелия, на котором после вызревания спор образуются капли жидкости. Мицелий располагается пятнами чаще всего на листьях и молодых побегах, а также на черешках, плодоножках и плодах. При поражении растений мучнистой росой нарушаются физиологические функции листьев, что ведет к их преждевременному засыханию. Побеги и почки не вызревают и, как правило, обмерзают, вследствие чего наблюдаются многовершинность и другие нарушения роста растений, гибель сеянцев.

У древесных растений мучнистую росу вызывают грибы родов Унцинула (*Uncinula* Lév.) и Микросфера (*Microsphaera* Lév.) семейства

Мучнеросные (*Erysiphaceae* Tul. et C.Tul.) порядка Эризифовые, мучнисторосяные грибы (*Erysiphales* Gwynne-Vaughan) класса Сумчатые грибы, аскомицеты (*Ascomycetes* Caval.-Sm.).

В Республике Башкортостан встречаются три вида мучнистой росы, которые поражают лиственные древесные породы: мучнистая роса дуба, мучнистая роса клена и мучнистая роса ивы.

Мучнистая роса дуба – возбудитель сумчатый гриб *Microsphaera alphitoides* Gr. et Maubl. (конидиальная стадия *Oidium dubium* Jacz.). На больных листьях образуется плохо заметный беловатый паутинистый налет мицелия (рис.3.31). С началом развития конидиальной стадии он становится порошистым, мучнистым. Созревающие конидии разносятся ветром и в течение всего лета заражают новые листья. К тому времени, когда конидиальная стадия заканчивает свое развитие, налет становится войлочным. Он может появляться как на верхней, так и нижней стороне листьев.

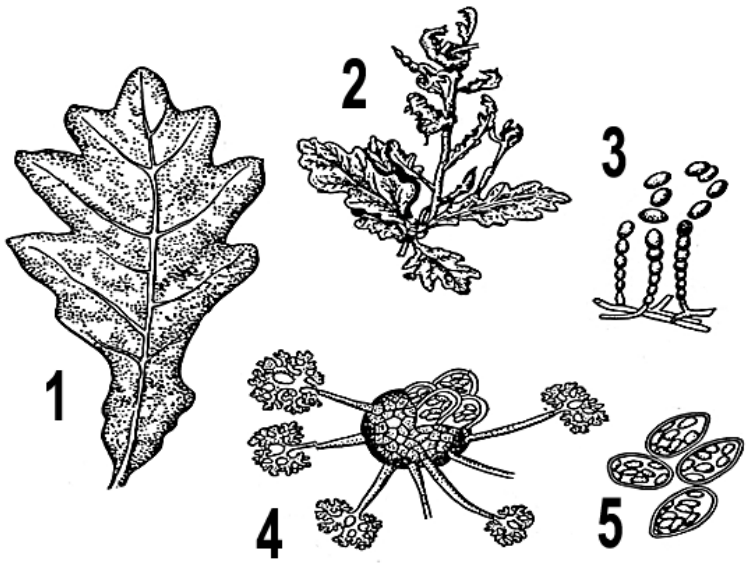


Рис.3.31. Мучнистая роса дуба: 1 – пораженный лист с налетом мицелия и клейстотециями, 2 – пораженный молодой побег, 3 – конидиальное спороношение возбудителя, 4 – зрелый клейстотеций с выходящими сумками, 5 – сумки со спорами

В конце лета на мицелии образуется сумчатая стадия гриба – клейстотеции. Они имеют вид вначале коричневых, позже черных мелких, многочисленных, хорошо заметных точек, расположенных вдоль жилок листа. У клейстотециев есть придатки, дихотомически разветвленные на концах. Внутри клейстотециев образуются сумки со спорами. Клейстотеции зимуют на опавших пораженных листьях и побегах. Следующей весной, когда среднесуточная температура воздуха достигает 16°С, в сумках созревают аскоспоры, которые осуществляют первичное заражение молодых листьев.

При поражении мучнистой росой у растений дуба резко нарушаются физиологические функции (фотосинтез, дыхание, транспирация), что приводит к преждевременному засыханию листьев и отмиранию побегов. Зараженные побеги и почки не вызревают и, как правило, обмерзают. Вследствие засыхания верхушечных почек или верхушечного побега сеянцы часто гибнут, дубки в молодых культурах плохо растут, становятся многовершинными, приобретают кустообразную форму. Мучнистая роса может поражать не только сеянцы и культуры, но и древостой. Это происходит в случае нарушения нормального развития деревьев, когда образуются поздние побеги с молодой листвой, восприимчивой к болезни. Такая картина наблюдается после объедания дуба листогрызущими вредителями. Ослабляя растения, мучнистая роса способствует поражению дуба другими болезнями, например, инфекционными некрозами. Мучнистая роса дуба чаще встречается на открытых местах, по опушкам и вырубкам.

Мучнистая роса клена – возбудитель сумчатый гриб *Uncinula aceris* Sacc. (=*Sawadaia bicornis* (Wallr.: Fr.) Miyabe). Мицелий на обеих сторонах листьев (рис.3.32), белый или сероватый, вначале мучнистый, затем исчезающий, под ним пожелтение. Клейстотеции с придатками, закрученными спирально, неразветвленными, длиной, равной диаметру клейстотеции. Клейстотеции 122–225 мкм в поперечнике, равномерно разбросанные, преимущественно на нижней стороне листовой пластинки. Вызывает преждевременное пожелтение и опадение листьев. В городских насаждениях при сильном поражении снижает декоративность живых изгородей.

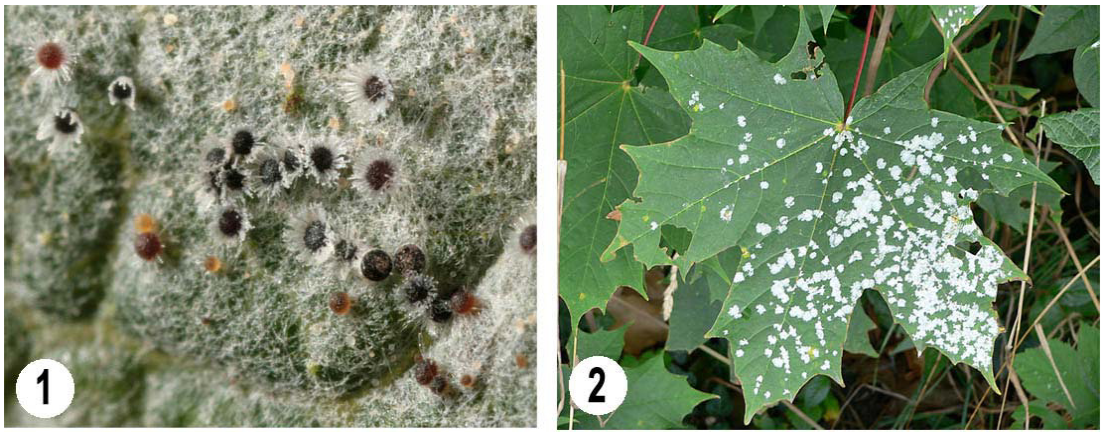


Рис.3.32. Мучнистая роса клена: 1 – возбудитель сумчатый гриб *U.aceris*, 2 – пораженный лист с налетом мицелия

Мучнистая роса ивы – возбудитель сумчатый гриб *Uncinula adunca* (Wallr.: Fr.) Lev. (= *U.salicis*. Wint.) Пораженная листва ив покрывается белым мучнистым налетом, образованным паутинистым разветвленным мицелием гриба. Мицелий развивается на обеих сторонах листа, белый,

паутинистый или плотный, войлочный; он формирует специальные присоски – гаустории, при помощи которых грибница прикрепляется к субстрату и питается. В течение лета на грибнице образуются конидиеносцы, отчленяющие в воздух цепочки конидий. Созревшие конидии, попав в благоприятные условия на поверхность питающего субстрата, прорастают и способны заразить растения. К концу вегетационного периода на сплетении мицелия появляются молодые клейстотеции, в которых закладываются сумки с зачатками спор. Клейстотеции разбросанные, многочисленные, нередко образуют черноватую пленку, диаметром 110–130 мкм с бесцветными придатками, завернутыми на концах спиралью. Сумки со спорами созревают в клейстотециях после перезимовки на опавших листьях. Освободившиеся из сумок споры, попав весной на молодые листья, прорастают в грибную нить, на которой образуются присоски и начинается новый цикл развития гриба.

Гриб вызывает преждевременное пожелтение и опадение листьев. Поражаются листья, расположенные на нижних ветвях кроны деревьев. При сильном развитии может снижать декоративность тополя и ивы в городских насаждениях.

По данным лесопатологических обследований, в период с 2004 по 2013 годы очагов массового распространения мучнистой росы на территории Республики Башкортостан не регистрировалось. Однако в 2006 году был отмечен очаг заражения на площади 325 га, который в 2007 году уменьшился до 300 га. С 2008 года массового заражения древесных растений мучнистой росой не отмечалось.

Вопросы для самоконтроля:

1. Каково лесопатологическое состояние лесов Республики Башкортостан?
2. Какие принципы заложены в лесопатологическом районировании?
3. Сколько районов выделяется при лесопатологическом районировании территории Республики Башкортостан?
4. Какие основные вредители молодняков распространены на территории Республики Башкортостан?
5. Какие основные хвоегрызущие вредители обитают на территории Республики Башкортостан?
6. Какие листогрызущие вредители леса распространены на территории Республики Башкортостан?
7. Какие основные стволовые вредители распространены на территории Республики Башкортостан.
8. Какие болезни повреждают хвойные и лиственные древесные породы на территории Республики Башкортостан?

ГЛАВА 4. МЕТОДОЛОГИЯ ОПИСАНИЯ ЛЕСНЫХ СООБЩЕСТВ

4.1. Подбор и закладка постоянных пробных площадей в лесных сообществах

Создание сети постоянных пробных площадей (ППП) с последующим проведением на них длительных комплексных исследований – хорошо известный и надежный метод наблюдений, позволяющий получить разностороннюю достоверную информацию о состоянии лесных экосистем и их динамики, о взаимоотношениях основных лесообразующих пород на разных этапах их роста и развития, о реакциях отдельных видов на изменения природных и воздействие антропогенных факторов. Систематические наблюдения за растительными сообществами, позволяющие фиксировать происходящие изменения в их составе, структуре, состоянии и продуктивности должны стать важной составной частью фундаментальных исследований.

Выбор места для закладки ППП. Подбор и закладка ППП должны выполняться по общепринятым (ГОСТ 16128-70) и подробно описанным в литературе методикам. Когда целью исследования является изучение естественной динамики лесной растительности, серия постоянных пробных площадей закладывается в коренных или условно-коренных типах лесных сообществ, являющихся зональными или региональными эталонами лесов. При этом необходимо, чтобы к участку леса с постоянными пробными площадями не примыкали объекты мелиоративной сети, значительные по площади вырубки, сельскохозяйственные угодия, линии электропередачи, проезжие дороги и рекреационные маршруты. Когда основной целью исследований является оценка восстановления лесных сообществ после различных внешних воздействий (рубки, пожары, ветровалы и пр.), ППП следует закладывать в сообществах с разной давностью нарушения в пределах одного типа леса.

При изучении и оценке воздействия промышленного атмосферного загрязнения на лесные экосистемы и их компоненты ППП должны располагаться на различном удалении от источника эмиссии по направлению преобладающих ветров и в фоновых условиях (контроль) вне зоны влияния загрязнителей. Серия ППП должна включать сообщества, относящиеся к одному типу леса и имеющие примерно одинаковую давность пожара или рубки. Принадлежность лесных сообществ к одному исходному типу леса на участках с нарушенным растительным покровом определяется по положению в рельефе, механическому составу почвообразующих пород и морфологии почвенного профиля.

Каждая ППП в своих границах должна быть однородна по характеристикам растительности и почв. О степени нарушенности участка леса и типе повреждающих факторов можно судить по состоянию различных компонентов сообщества: возрасту древостоя, наличию механических повреждений и пожарных шрамов на стволах деревьев, состоянию ассимиляционных органов растений, состоянию эпифитной лишайниковой растительности и др.

Размеры и форма ППП. Размер ППП зависит в значительной степени от возраста древостоя и числа стволов на единицу площади; в древостое IV класса возраста и старше желательно, чтобы было не менее 200 деревьев с диаметром 4–6 см и более. Обычно вполне отвечает этим условиям площадь 0,25 га; при необходимости она может быть уменьшена до 0,1 или увеличена до 0,5 га. ППП придается прямоугольная или квадратная форма. Для этого применяется буссоль – угломерный инструмент, предназначенный для непосредственного измерения на местности магнитных азимутов. Ориентация ППП может быть произвольной, но удобнее, когда стороны ППП ориентированы по сторонам света.

Отбивка границ пробной площади. Работу начинают с установки углового столба, например юго-западного. Рядом со столбом (или непосредственно на нем) располагают буссоль и по градусному кольцу задают направление западной и южной сторон ППП. Точность прокладки каждой из сторон контролируется при помощи глазного диоптра буссоли. Для удобства работы можно использовать вешки – хорошо различимые с большого расстояния шесты, служащие временными ориентирами. В указанных направлениях натягивают шнуры. На выбранном расстоянии фиксируют положение северо-западного и юго-восточного угловых столбов ППП. Установив буссоль на северо-западный угловой столб, проверяют точность закладки западной стороны и намечают направление северной стороны ППП. Отмерив необходимое расстояние, устанавливают северо-восточный угловой столб. В результате получается ППП прямоугольной или квадратной формы с ориентацией по сторонам света.

Отбивку границ ППП целесообразнее делать весной или осенью, когда на деревьях отсутствуют листья. Угловые пикеты соединяют туго натянутым по прямой линии шнуром. При необходимости вдоль сторон прорубают узкие визиры, однако размер нарушений должен быть минимальным (как правило, убираются лишь мешающие визированию боковые ветви). Затем вдоль шнура через каждые 10 м вбивают пикеты (вешки) высотой 1,0–1,5 м.

Разбивка ППП на квадраты. Пикеты на противоположных сторонах пробной площади соединяют туго натянутым по прямой линии шнуром. Визиры при этом не прорубают. При наличии густого подроста или подлеска шнур можно поднять на высоту до 1,5 м. Обозначенные

шнуром линии размечаются пикетами через каждые 10 (5) м. При установке пикетов средняя ошибка в определении их положения не должна превышать 0,1 м.

Оформление ППП. Все 4 угла ППП закрепляют стандартными столбами. Надпись делают черной краской. На столбе указывают номер квартала и пробной площади, размер ППП, название организации и год закладки ППП.

Привязка ППП. Привязка осуществляется без прорубки визиров по отношению к какому-либо постоянному ориентиру, чаще – к квартальному столбу. Параметры привязки заносятся в паспорт ППП.

Паспорт ППП. В паспорт ППП заносят общие сведения о пробной площади. Указывается примерная площадь лесного массива, тип сообщества и его площадь, номер и размер пробной площади, дата описания, фамилии исполнителей. Можно использовать сложные номера, включающие в себя год описания и географический район. Например: «Л-08-97», что соответствует пробной площади № 8 в Лапландском государственном биосферном заповеднике, заложенной в 1997 году.

Кроме того, необходимо указать сведения об административном и географическом положении пробной площади: район, ближайший населенный пункт или природный объект (река, озеро, горный массив) и более детальные указания, позволяющие при необходимости определить положение пробной площади на географической карте или схеме.

Общие характеристики местообитания. После завершения закладки ППП необходимо определить следующие характеристики:

1) превышение над локальным базисом эрозии (превышение над элементом ландшафта с выходящими на поверхность грунтовыми водами – рекой, озером, болотом), определяется с использованием высотомера-эклиметра на основе измерения расстояний и углов;

2) крутизну склона, измеряется эклиметром;

3) экспозицию склона, определяется при помощи компаса;

4) давность пожара, определяется на основе анализа спилов или кернов (керны отбирают при помощи возрастного бурава Пресслера) живых деревьев, имеющих пожарные повреждения стволов; необходимо обследовать не менее 5 деревьев в радиусе 50–100 м от пробной площади, т. к. повреждения отдельных деревьев могут быть обусловлены причинами непирогенного характера (например, животными, человеком, падением соседних деревьев).

4.2. Геоботаническое описание постоянных пробных площадей в лесных сообществах

Геоботанические описания следует делать на специально подготовленных бланках или в полевом журнале в форме таблицы, где по вертикали указывают последовательно все измеряемые характеристики местообитания и сообщества, по горизонтали (в шапке) – номера пробных площадей или площадок.

Геоботаническое описание лесного покрова на пробных площадках в намеченных пунктах обычно включает характеристику геотопа, описание морфологического профиля почвы по прикопке и подробное описание ярусной структуры и видового состава растительности по стандартным методикам. Эти данные могут быть дополнены более детальными почвенными, геохимическими, микроклиматическими, зоологическими и др. наблюдениями.

Необходимо, чтобы на каждой площадке был относительно однородный состав растительного покрова и визуально наблюдаемые условия местообитания (прежде всего, характер рельефа). Правда, растительные сообщества в составе лесного покрова обычно не бывают полностью внутренне однородными, и исследователю приходится субъективно устанавливать для них критерии этой однородности. Основные требования к однородности могут быть соблюдены в тех случаях, если удается избегать заложения площадок вблизи заметных границ в растительном покрове и/или других его нехарактерных флористических или структурных особенностей. В геоботаническое описание должны быть включены примечания об особенностях размещения площадки и ее внутренней однородности.

При выполнении описаний следует учитывать изменения флористического состава и структуры растительных сообществ во времени. Сезонные изменения в течение одного периода вегетации в некоторых типах растительности могут быть значительными. Например, смешанные и широколиственные мезофильные леса имеют хорошо развитую разнообразную, но эфемерную весеннюю флору. Заметные сдвиги во флористическом составе в течение одного или нескольких лет могут происходить в ответ на экстремальные погодные условия. В связи с этим для полного учета видов на площадке можно рекомендовать проведение повторных обследований в течение сезона. По существу, эти повторные взаимодополняющие описания видового состава можно трактовать как этапы одного и того же обследования площадки и фиксировать как один учет. Результаты разногодичных обследований площадки следует фиксировать как разные учеты.

Шкалы учета обилия и проективного покрытия растений. Учет количественного участия видов обычно осуществляется глазомерно и

выражается в балловых оценках различных шкал (табл.4.1). Если размер площадки составляет 100 м^2, то значительно облегчается как определение общего покрытия в каждом из ярусов, так и покрытия отдельных видов: вид, покрывающий своими надземными органами 1 м^2 площади, имеет покрытие в 1%; соответственно, если он занимает одну полосу шириной в 1 м вдоль всей площадки, то его покрытие составляет 10% и т.д. Иногда учитывается не абсолютное, а так называемое относительное (т.е. отнесенное к общему покрытию соответствующего яруса) обилие видов, по специальной 8-балльной шкале. Подобно этому для составления формулы древостоя рассчитывается по 10-балльной шкале относительное участие деревьев разных видов в нем (по числу и диаметру стволов или суммарному объему стволовой древесины).

Таблица 4.1

Соотношение оценок обилия/покрытия в разных оценочных шкалах

Шкала обилия Друде	Расстояние между особями, см (по Уранову)	Число растений на 100 м^2	Шкала обилия Хульта (балловая)	Шкала обилия Браун-Бланке
soc – очень обильно, сплошь, ПП >95%	не более 10 см	500 и более	5 – очень обильно	5 – ПП вида > 75%
cop$_3$ ПП – 70-90%	не более 20	425	4 – обильно	5 – ПП вида > 75%
cop$_2$ ПП – 50-60%	20-40	268		4 – ПП 50-75%
cop$_1$ – ПП 30-40%	40-100	59		3 – ПП 25-50%
sp – вид обычен, но сплошного покрова не образует, ПП 10-20%	100-150	12	3 – не обильно	2 – ПП вида 10-25%; 1 – ПП вида 5-10%
so$_1$ – вид растет рассеянно, ПП 3-5%	более 150	4	2 – мало	+ ПП вида 1-5%
un – вид встречается один раз, ПП< 1%	-	1	1 – очень мало	r вид встречается единично, ПП < 1%

Примечание. ПП – проективное покрытие

Поскольку при количественном анализе геоботанических описаний могут быть использованы только числовые значения оценок обилия, перед началом обработки описаний применявшуюся шкалу обилия необходимо видоизменить так, чтобы обозначения, не являющиеся числами, получили числовое выражение. Например, в шкале Браун-Бланке балл «+»

переводится в условное число 0,5 или используется шкала значений обилия от 1 до 6 с теми же диапазонами покрытия.

Стоит отметить особо, что все виды растений (включая деревья, кустарники и их подрост) вне зависимости от их высоты должны получить однотипные оценки обилия на каждой из площадок. Числовые соотношения в формуле древостоя не заменяют этих оценок, поскольку количественное участие видов выражено в формуле в относительных величинах.

При решении более частных задач иногда появляется необходимость поштучного пересчета растений (например, подроста и всходов древесных видов). Этот учет не заменяет балловой оценки обилия, поэтому параллельно с определением численности необходимо давать таблицу перехода от численности к балловому обилию или покрытию, в зависимости от того, какой тип учета принят исследователем. Для видов древостоя и подлеска необходимо указывать или величину проективного покрытия, или обилие в баллах той же шкалы, по которой оно оценивается для видов напочвенного покрова.

Важный аспект методики учета покрытия (обилия) растений состоит в том, что по окончании составления видового списка, содержащего эти количественные или полуколичественные оценки, необходимо сопоставить общее проективное покрытие каждого яруса с полученным для него суммарным значением покрытия или обилия видов. Второй показатель не должен быть существенно меньше по величине, чем первый (а быть больше он может, т.к. проекции растений могут перекрываться).

4.3. Таксационное описание постоянных пробных площадей

Ход выполнения таксационного описания. Одна из задач лесной таксации – выделение в лесных массивах однородных частей леса. Участки леса, однородного по строению и заметно отличающегося от соседних (смежных) частей, принято называть насаждениями.

К таксационным показателям относятся:

1) происхождение насаждений: искусственное или естественное, семенное или порослевое;

2) форма насаждений: простая (одноярусные насаждения, состоящие из одного полога) или сложная (многоярусные насаждения, кроны деревьев которых образуют несколько пологов);

3) состав насаждений, отражающий соотношение древесных пород, образующих насаждение;

4) средняя высота насаждения в целом и отдельных древесных пород;

5) возраст насаждения и отдельных его частей (по породам, ярусам);

6) элементы леса, представляющие собой древостой, однородный по высоте, возрасту и породе;

7) бонитет насаждений – показатель природных условий произрастания данного насаждения;

8) полнота насаждения в целом и его отдельных частей – степень плотности стояния деревьев, образующих насаждение;

9) средний диаметр деревьев, образующих насаждение в целом, а также отдельных его частей (ярусов, отдельных древесных пород);

10) запас, или количество древесины, на единице площади насаждения в целом и отдельных его частей (ярусов, древесных пород);

11) тип леса – особый показатель, характеризующий естественноисторические условия произрастания данного насаждения;

12) подрост и подлесок.

Сводная ведомость, включающая таксационные показатели, установленные для насаждения, называется таксационным описанием. Таксационное описание дает представление о характере леса, особенности его строения, имеющейся в нем древесине и ее производственной ценности.

Происхождение насаждений. Лесные пространства чаще всего бывают естественного происхождения, однако встречаются значительные площади леса, созданные искусственным путем: посевом или посадкой. Деревья в искусственно созданных насаждениях большей частью имеют примерно одинаковый возраст. В насаждениях, созданных посадкой, деревья обычно расположены рядами. При прочих равных условиях искусственные насаждения почти всегда имеют большую плотность смыкания и большую плотность заселения занятого ими пространства. В отличие от хвойных насаждений лиственные возникают как семенным путем, так и от поросли или от корневых отпрысков. Деревья семенного происхождения чаще всего имеют прямой ствол, у деревьев порослевого происхождения нижняя, более ценная, часть ствола почти всегда искривлена. Если при таксации насаждение определено как искусственное, то при заполнении таксационного описания в разделе описания «состав насаждения» перед формулой древостоя пишется «лесные культуры» или условное сокращение ЛК. При описании насаждений естественного происхождения перед формулой древостоя никаких условных сокращений не ставится.

Форма насаждений. Древесная, кустарниковая и травянистая растительность образует в насаждениях несколько ярусов, или пологов. Самый верхний ярус занимают деревья. Часто деревья располагаются в два яруса: первый – из светолюбивых пород, например, сосны, второй – из теневыносливых, например, липы. Следующий ярус составляют кустарники и молодое поколение древесных пород. Самый нижний ярус, покрывающий почву, состоит из трав и мхов.

При таксации необходимо расчленять насаждения на ярусы. Основанием для деления насаждений на ярусы является различие в средней высоте отдельных категорий деревьев, образующих насаждение. В насаждениях, в верхнем ярусе которых произрастает светолюбивая порода, например, сосна, в нижнем при соответствующих почвенных условиях могут расти дуб, ель, липа и др. В насаждениях с преобладанием в верхнем ярусе дуба, вяза, ясени второй ярус составляют яблоня, груша, клен, граб и др.

В отдельные ярусы выделяют такие части насаждения, средняя высота которых отличается более чем на 20%. Если средняя высота первого яруса не превышает 15 м, насаждение при его описании на ярусы не разделяют. Второстепенный ярус выделяют в том случае, если запас его составляет не менее 30 $м^3$ на 1 га и не менее 20% от запаса основного яруса. Средняя высота второго яруса должна быть не меньше половины средней высоты основного яруса.

Состав насаждений. Перечень древесных пород, образующих древостой, с указанием доли участия каждой из них в общем запасе, называется составом насаждений. Если насаждение образовано одной древесной породой, название этой породы и определяет его состав. Насаждение, состоящее из одной породы, называется чистым, из двух или нескольких пород – смешанным. При характеристике состава смешанных насаждений нужно указывать название древесных пород и степень участия каждой из них в насаждении. Для обозначения состава насаждений установлены условные формулы, в которых древесные породы, образующие насаждение, обозначаются первыми буквами своего названия. Древесные породы, имеющие одинаковые начальные буквы (осина и ольха, липа и лиственница, клен и кедр и т. д.), обозначают первыми двумя или тремя буквами, например, осина – Ос, а ольха – Ол.

Насаждение в целом принимается в формуле за 10 единиц, участие в нем каждой породы выражается в единицах. Древесная порода, представленная в насаждении наибольшей долей, называется преобладающей или господствующей, и в формуле состава насаждения ставится на первом месте. Так, состав насаждения, в котором на долю сосны приходится 6/10, на долю ели 3/10 и на долю березы 1/10, будет выражен формулой: 6С3Е1Б.

В насаждении, состоящем из трех пород, преобладающей может быть признана порода, на долю которой приходится не менее 0,4 общего запаса. В формуле состава она ставится в этом случае на первое место. В насаждениях, состоящих из четырех пород, преобладающей может быть признана порода, составляющая не менее 0,3 запаса насаждения.

Древесная порода, имеющая наибольшее экономическое и хозяйственное значение, называется главной. Например, в смешанных лесах, состоящих из дуба, липы, осины, березы и др., дуб обычно считают

главной породой, в хвойно-лиственных лесах главной породой чаще всего признают сосну. При резком различии в хозяйственном значении древесных пород, входящих в насаждение, и разнообразном составе насаждений в формуле состава на первое место следует ставить главную породу. Например, для смешанных лиственных насаждений, имеющих в своем составе 0,3 дуба, 0,5 осины и 0,2 липы может быть принята следующая формула состава: 3Д5Ос2Лп.

Коэффициенты, характеризующие соотношение отдельных древесных пород, могут быть установлены также по числу деревьев в насаждении (табл.4.2). Но в ряде случаев состав насаждения, установленный этим способом, окажется различным.

Таблица 4.2

Соотношение между долями участия в запасе и коэффициенте состава

Доля запаса древесной породы от общего запаса яруса, %	Коэффициент состава яруса, целые числа	Доля запаса древесной породы от общего запаса яруса, %	Коэффициент состава яруса, целые числа
6-15	1	56-65	6
16-25	2	66-75	7
26-35	3	76-85	8
36-45	4	86-95	9
46-55	5	96 и более	10

В сложных насаждениях нужно определить состав для каждого яруса в отдельности. Допустим, что таксируется сложное двухъярусное насаждение. В первом ярусе его оказались сосна (0,7 по запасу) и береза (0,3). Общий запас первого яруса составляет 200 м^3 на 1 га. Второй ярус состоит из одной ели. Запас его равен 50 м^3. Следовательно, для насаждения в целом запас будет равен 200+50=250 м^3. Состав его первого яруса выразится формулой 7С3Б, второго яруса 10Е.

Если запас древесной породы составляет от 2 до 5% запаса яруса, ее добавляют к формуле состава со знаком плюс (+). Например, для насаждения, в котором запас сосны составляет 67%, запас ели 30% и запас березы 3%, формула состава должна быть следующей: 7С3Е + Б. Древесную породу, составляющую менее 2% общего запаса насаждения, добавляют со словами «единично» (ед.): 8Б2Е ед. С.

Средняя высота насаждений. Высота деревьев в любом насаждении не одинакова. В пределах насаждения различия в высоте наблюдаются не только у деревьев разной толщины, но они имеют место и у деревьев равных диаметров. В процессе таксации леса учесть индивидуальную высоту каждого дерева не представляется возможным. В связи с этим принято устанавливать среднюю высоту для всей совокупности деревьев, образующих насаждение.

В производственных условиях при таксации крупных лесных массивов чаще всего определяют среднюю арифметическую высоту. Ее находят методом случайной выборки, заключающей в том, что в таксируемом насаждении чисто механически отбирают деревья, измеряют у них высоту и на основании результатов обмера выводят среднеарифметическую высоту. Число деревьев, у которых необходимо измерить высоту, зависит от заданной точности и степени изменчивости высоты отдельных деревьев в насаждении. В сосновых насаждениях для нахождения средней высоты с погрешностью ±1 м достаточно определить высоту у 5 деревьев, механически отобранных в таксируемом насаждении. Для определения средней высоты насаждения с точностью 5% надо обмерить высоту у 3 деревьев. Обмер высоты у 12–15 деревьев гарантирует нахождение средней высоты с точностью до ±2%. В березовых насаждениях для нахождения средней величины с точностью до 5% нужно обмерить высоту у 3–4 деревьев. При обмере высоты у 16–27 деревьев точность повышается до 2%.

Определение средней высоты основной части насаждения в одновозрастных и чистых насаждениях не представляет затруднений. В этом случае выбирают несколько средних по размерам деревьев и при помощи высотомера находят их высоты. В разновозрастных и сложных насаждениях средняя высота не может характеризовать высоты деревьев всего насаждения. При таксации таких насаждений определяют среднюю высоту по отдельным ярусам. Если насаждение смешанное и отдельные породы в нем различаются по высоте, измерения последних проводят для каждой древесной породы в отдельности.

Возраст насаждений, класс возраста, группа возраста. При таксации леса различают преобладающий и средний возраст насаждения. Преобладающим называют возраст, который имеет большая часть деревьев, образующих насаждение, средним – возраст, выведенный пропорционально участию в запасе отдельных групп деревьев, входящих в состав насаждения.

В широкой таксационной практике возраст насаждения чаще всего устанавливают на глаз. Определить возраст на глаз наиболее легко в молодых и средневозрастных сосновых насаждениях. Для этого достаточно сосчитать число ежегодно образуемых деревьями мутовок, т.е. сучьев, сосредоточенных в одном поперечном сечении. В старых насаждениях этот метод применять нельзя, так как нижняя часть деревьев очищается от сучьев, следы их быстро заплывают, и установить на ней число мутовок невозможно. В приспевающих и спелых насаждениях при определении возраста прежде всего руководствуются диаметром и высотой деревьев, учитывая зависимость этих элементов от условий местопроизрастания. При наличии в таксируемом насаждении пней надо подсчитать число слоев на нескольких из них.

В лесной таксации насаждения по возрасту делятся на классы. Для хвойных и твердолиственных семенных насаждений устанавливают класс возраста 20 лет, для всех порослевых и мягколиственных семенных насаждений 10 лет (табл.4.3), для кустарниковых пород 5 лет. Классы возраста обозначают всегда римскими цифрами.

Таблица 4.3

Разделение насаждений на классы возраста

Классы возраста	Возраст в годах		Классы возраста	Возраст в годах	
	хвойные и твердолиственные породы семенного происхождения	мягкие и твердолиственные породы порослевого происхождения		хвойные и твердолиственные породы семенного происхождения	мягкие и твердолиственные породы порослевого происхождения
I	1-20	1-10	IV	61-80	31-40
II	21-40	11-20	V	81-100	41-50
III	41-60	21-30	VI	101-120	51-60

При описании насаждений класс возраста устанавливают по той части деревьев, которые составляют большую часть запаса насаждения. Если деревья в насаждении имеют разницу в возрасте, не превышающую длительности одного класса возраста, насаждение считается одновозрастным, при большей разнице в возрасте – разновозрастным. Группа возраста древостоя – классификационная единица распределения древостоев по возрастным этапам роста и развития в течение жизненного цикла. Выделяют молодняки (в таксационном описании обозначается 1), средневозрастные (2), приспевающие (3), спелые (4) и перестойные (5) древостой.

Молодняки – древостой возрастного периода начала смыкания крон деревьев и процесса естественной дифференциации деревьев по классам развития. **Средневозрастные** – древостой возрастного периода интенсивного роста деревьев по диаметру при некотором снижении прироста в высоту. К этой группе возраста относятся древостой после возраста молодняка до наступления возраста приспевающего древостоя. **Приспевающие** – древостой с определившимися хозяйственно-техническими качественными признаками деревьев и продолжающимся нарастанием древесины; возрастной период, предшествующий наступлению возраста спелости. **Спелые** – древостой, достигшие возраста наибольшего прироста запаса целевых деловых сортиментов хозяйственной секции, характеризующиеся замедленным ростом. **Перестойные** – древостой в возрасте, превышающем начало периода спелости на два и более класса возраста, с пониженным приростом

древесины и ухудшением ее технических качеств, постепенным превышением древесного отпада над приростом древесины.

Элементы леса. Элементом леса называется чистое однородное одновозрастное насаждение или часть смешанного, сложного или разновозрастного насаждения, состоящая из деревьев одной породы, расположенных в одном ярусе, по возрасту относящихся к одному поколению и имеющих однородные условия развития и местопроизрастания. Самым наглядным примером отдельного элемента леса является чистое одновозрастное однородное насаждение, занимающее площадь с однородными условиями местопроизрастания. В этом случае понятие «насаждение» оказывается аналогичным новому таксационному понятию «элемент леса».

В смешанных одноярусных насаждениях элементов леса будет столько же, сколько древесных пород входит в его состав. Допустим, что таксируемое смешанное насаждение имеет состав 6С4Е, причем обе эти породы находятся в одном ярусе. Согласно приведенной формуле состава каждая из древесных пород, входящих в это насаждение, представлена одним возрастным поколением. Соответственно этому в данном насаждении различают два элемента леса: сосну и ель. В этом случае понятие «элемент леса» совпадает с понятием «древесная порода».

В сложных насаждениях, где каждый ярус состоит из одной древесной породы, число элементов леса равняется числу ярусов. Так, в зоне смешанных лесов очень распространен тип насаждений, в которых верхний ярус состоит из березы, а нижний из ели. Применительно к учению проф. Третьякова об элементах леса такое насаждение следует считать состоящим из двух элементов: верхнего, березового, и нижнего, елового, яруса. В данном случае понятие «элемент леса» оказывается тождественным понятию «ярус насаждения».

Теневыносливые древесные породы (ель, пихта и др.) довольно часто образуют разновозрастные насаждения. В лесах Севера нередко можно встретить ельники, состоящие из двух или трех поколений, например верхний ярус из ели 180 и 110 лет, нижний – из ели 60 лет. Такое насаждение следует считать состоящим из трех элементов леса: первый элемент – еловый древостой 180 лет, второй – еловый древостой 110 лет, третий – второй ярус из ели 60-летнего возраста. В рассмотренном случае понятие «элемент леса» совпадает с понятием «возрастное поколение леса».

В таксационных описаниях, в которых учитываются элементы леса, отмечаются средняя высота, средний диаметр, возраст и запас каждого элемента леса.

Бонитет насаждений. Лес произрастает в разнообразных климатических и почвенных условиях. Поэтому он имеет разную продуктивность, которую необходимо учитывать при таксации. В лесной

таксации для оценки условий роста леса устанавливают «бонитет насаждения». Термин этот происходит от латинского слова *bonitas*, что означает «доброкачественность». В качестве классификационного признака для деления насаждений на классы бонитета с 1911 г. в русской таксационной практике используют среднюю высоту. Средняя высота насаждений зависит и от их возраста: с увеличением возраста она соответственно увеличивается. Поэтому среднюю высоту с учетом возраста используют для установления класса бонитета.

Проф. М.М.Орлов, разработавший бонитировочную шкалу, предложил разделять насаждения на пять классов бонитета. К крайним классам (I и V) в этом случае относятся насаждения, хотя и редко встречающиеся, но с широкой амплитудой колебания высоты. Чтобы устранить этот недостаток, из I и V классов выделили дополнительные литерные классы Ia и Va. Таким образом, было установлено всего семь классов. В тех случаях, когда насаждения Ia и Va классов занимают незначительную площадь, они могут быть объединены с основными пятью классами.

Шкала деления насаждений на классы бонитета является общей для всех древесных пород, хотя в росте отдельных пород, особенно в молодом возрасте, наблюдаются отклонения от нее. Единая шкала для бонитирования всех насаждений упрощает таксационные работы и позволяет сравнивать получаемые результаты (табл.4.4).

Таблица 4.4

Деление семенных насаждений на классы бонитета

Возраст, лет	Высота насаждений по классам бонитета, м						
	Ia	I	II	III	IV	V	Va
10	6-5	5-4	4-3	3-2	2-1		
20	12-10	9-8	7-6	6-5	4-3	2	1
30	16-14	13-12	11-10	9-8	7-6	5-4	3-2
40	20-18	17-15	14-13	12-10	9-8	7-5	4-3
50	24-21	20-18	17-15	14-12	11-9	8-6	5-4
60	28-24	23-20	19-17	16-14	13-11	10-8	7-5
70	30-26	25-22	21-19	18-16	15-12	11-9	8-6
80	32-28	27-24	23-21	20-17	16-14	13-11	10-7
90	34-30	29-26	25-23	22-19	18-15	14-12	11-8
100	35-31	30-27	26-24	23-20	19-16	15-13	12-9
110	36-32	31-29	28-25	24-21	20-17	16-13	12-10
120	38-34	33-30	29-26	25-22	21 - 18	17-14	13-10
140	39-35	34-31	30-27	26-23	22-19	17-14	13-10
160	40-36	35-31	30-27	26-23	22-19	18-14	13-10

Полнота насаждений. Степень плотности стояния деревьев, характеризующую, в какой мере ими используется занимаемое

пространство, принято называть полнотой насаждения. Устанавливаемые для характеристики полноты насаждения числовые показатели определяют, насколько полно использовано пространство, занимаемое образующими насаждение деревьями. Если плотность стояния деревьев настолько велика, что в просветы между ними больше нельзя поместить деревья таких же размеров, полнота насаждений считается наивысшей и обозначается 1,0, если к имеющимся деревьям можно добавить такое же число деревьев тех же размеров, полноту принимают равной 0,5. В тех случаях, когда к имеющимся деревьям нужно добавить 0,1 часть их количества, чтобы получить число деревьев самого полного насаждения, полноту таксируемого насаждения следует считать равной 0,9 и т. д.

Полнота насаждения – величина относительная. При определении ее в качестве эталона берут так называемое нормальное насаждение. Нормальным называется такое насаждение, которое при данных форме, породе, возрасте и условиях местопроизрастания является наиболее совершенным, т.е. все силы природы использованы им с предельной полнотой. Соответственно этому в нормальном насаждении не должно быть ни одного лишнего или недостающего дерева. А это может быть, лишь если полог деревьев, образующих насаждение, вполне смыкается, кроны полностью прикрывают почву и не позволяют на этой площади расти большему числу деревьев данной породы и возраста.

Из сказанного можно заключить, что первоочередным критерием для суждения о полноте насаждения является степень сомкнутости крон деревьев, называемая сомкнутостью полога. Наиболее трудно определить полноту при таксации сложных многоярусных насаждений. В этом случае надо мысленно представить, как выглядело бы насаждение, если бы в нем был оставлен один таксируемый ярус, а все остальные удалены. Подобную оценку полноты сначала осуществляют для первого яруса, а затем для всех остальных.

Не следует забывать, что сомкнутость полога и полнота насаждений – понятия разные, но имеющие между собой коррелятивную связь, в большинстве случаев характеризующуюся довольно высоким коэффициентом корреляции. Глазомерным способом можно определить полноту лишь приближенно. Для более точного определения существуют другие способы.

Нормальное полное для данной породы, возраста и бонитета насаждение должно иметь наивысший запас древесины. Соответственно этому полноту всех других насаждений можно определить путем деления запаса таксируемого насаждения на запас полного нормального насаждения той же породы, возраста и бонитета.

Чаще всего на таксируемой площади проводят перечет деревьев и по вспомогательным таблицам определяют сумму площадей сечений на высоте груди у всех деревьев, вошедших в перечет. Затем находят сумму

площадей сечения на 1 га и сравнивают ее с суммой площадей сечения нормального полного насаждения того же состава, возраста и класса бонитета, что и таксируемое насаждение.

Для главнейших древесных пород суммы площадей поперечных сечений деревьев в полных нормальных насаждениях установлены опытным путем и указаны в особых таблицах, характеризующих динамику развития насаждений – таблицах хода роста насаждений.

В этом случае полноту насаждения определяют по формуле:

$$P = \frac{\sum G_d}{\sum G_n};$$

где: *ΣG_d – сумма площадей поперечных сечений деревьев, имеющихся на 1 га данного насаждения;*
ΣG_n – сумма площадей поперечных сечений нормального полного насаждения.

Средний диаметр насаждений. В самом однородном древостое, состоящем из деревьев одной породы и одного возраста, толщина, высота и форма деревьев различны. Неодинаково также и число деревьев, относящихся к отдельным ступеням толщины: очень тонких и очень толстых деревьев обычно меньше, чем деревьев средних ступеней толщины. Для характеристики толщины деревьев, образующих отдельный древостой, определяют их средний диаметр. При этом различают несколько видов среднего диаметра: средний диаметр; средний арифметический диаметр; диаметр срединного дерева. Для упрощения вычислений используется средний арифметический диаметр, получаемый как частное от деления суммы диаметров всех деревьев, образующих древостой, на их число:

$$\overline{d} = \frac{\sum d}{N};$$

где: $\overline{d}$ – средний диаметр, Σd – сумма диаметров всех измеренных деревьев, N – количество измеренных деревьев.

Запас насаждений. После того как установлены состав, возраст, бонитет и полнота таксируемого насаждения, переходят к определению общего количества древесины на единице площади насаждения (1 га) или к установлению запаса насаждения. Запас насаждения – это объем древесины всех деревьев, образующих насаждение. При точных таксационных работах запас насаждения определяют по модельным деревьям. При отводе лесосек таксацию обычно применяют с использованием объемных и сортиментных таблиц, где приводятся объемы деревьев разных ступеней толщины. Умножив объем на число деревьев соответствующей ступени толщины и сложив все произведения, получают общий запас насаждения. При частичной таксации запас насаждения

определяют по методу пробных площадей. Вычисленный по пробной площади запас умножают на отношение площади таксируемого участка к площади пробы. В широкой практике при оценке запас насаждения применяют глазомерную и измерительную таксацию с использованием стандартных таблиц сумм площадей сечений и запасов при полноте насаждения 1,0 или таблицы видовых высот (HF).

Основная формула для определения запаса насаждения:

$$M = \sum G \cdot H \cdot F \ ;$$

где: M – запаса насаждения, ΣG – сумма площадей сечения деревьев, м^2;
F – видовое число; H – средняя высота насаждения, м.

При глазомерной таксации определяют H и относительную полноту насаждения. Запас насаждения получают как произведение полноты на запас, взятый из стандартной таблицы для данной высоты. При инструментальной таксации находят ΣG, а M получают как произведение ΣG на HF (значение HF берут из таблицы для соответствующей высоты). Имеются и другие математические формулы для вычисления запаса насаждения. Например, для светолюбивых древесных пород:

$$M = 10 \cdot \sum G + 0{,}4 \cdot \sum G \cdot (H + 22)$$

для теневыносливых:

$$M = 10 \cdot \sum G + 0{,}4 \cdot \sum G \cdot (H - 21)$$

Полученный таким образом запас насаждений называют корневым. Он заключает в себе объем всей древесины, содержащейся в стволах деревьев, а объем древесины корней и сучьев в него не входит. В лесном хозяйстве пользуются также показателем – запас древесины ликвидный.

Типы леса и типы условий местопроизрастания. Типом леса следует называть совокупность насаждений, имеющих относительное сходство в составе древесных пород, динамике их роста и строения, в напочвенном покрове, рельефе занимаемой территории, в характере почвы и степени ее увлажнения. При разделении леса на типы, кроме собственно древостоя, обычно учитывают характер нижних ярусов растительности, состоящих из подроста, кустарников, трав, мхов и лишайников. Травянистую, моховую и лишайниковую растительность, покрывающую лесную почву, называют напочвенным покровом.

Напочвенный покров является одним из характерных показателей условий местопроизрастания. Кроме того, от мощности и характера напочвенного покрова в большой мере зависит успешность возобновления леса. Поэтому при таксационных работах необходимо дать общую

характеристику напочвенного покрова, отметив в нем наиболее характерные, преобладающие растения.

Наименования типов леса состоят из названия преобладающей древесной породы и преобладающего в напочвенном покрове растения: ельник-кисличник, ельник-долгомошник, сосняк лишайниковый и т.д. Напочвенный покров является лучшим показателем почвенных условий, чем в лесостепи и зоне смешанных лесов. Поэтому в северных, преимущественно хвойных лесах такие типы леса, как сосняк лишайниковый, сосняк-черничник, сосняк-брусничник, сосняк сфагновый и др., выделить при таксации леса очень легко.

Изучение напочвенного покрова показывает, что многие растения встречаются лишь в определенных условиях среды. Например, лишайник свидетельствует о наличии сухих песчаных почв. Напочвенный покров характеризует древостой, его бонитет и полноту. Например, наличие кислицы в напочвенном покрове ельников является показателем I бонитета, сфагновый покров в сосновых насаждениях – показателем V бонитета и т.д. В высокополнотных насаждениях напочвенный покров очень редкий или отсутствует; в насаждениях средней полноты в соответствующих условиях местопроизрастания характерным покровом являются брусника, черника и др.; в напочвенном покрове низкополнотных насаждении встречаются растения-светолюбы: вейник, мятник, луговик и др.

Перечисленные в предыдущем абзаце характеристики определяют тип условий местопроизрастания, который классифицирует типы леса в зависимости от двух основных факторов: богатства и влажности почвы. Почвы делятся по степени их плодородия на четыре группы: бедные – боры (A), относительно бедные – субори (B), богатые – сложные субори (C), очень богатые – дубравы (D), а по влажности на шесть градаций: 0 – крайне сухие, 1 – сухие, 2 – свежие, 3 – влажные, 4 – сырые, 5 – болота. Соответственно этой классификации возможны 24 сочетания степени плодородия и влажности почвы. Каждый тип леса имеет условное обозначение, например, лесные участки с крайне бедной почвой, но с влажностью, близкой к оптимальной (почва свежая), обозначаются B2, с относительно богатой и влажной почвой – C3.

Подрост и подлесок. Молодое поколение деревьев, которое может со временем достигнуть высоты верхнего яруса насаждений, но в данный момент имеет среднюю высоту, составляющую менее половины средней высоты верхнего яруса таксируемого насаждения, принято называть подростом. Подлеском называют совокупность кустарниковых и древесных пород, не достигающих верхнего яруса насаждения.

При составлении таксационного описания наряду с характеристикой основного древостоя нужно дать хозяйственную оценку подросту. Учет подроста под пологом леса и на лесосеках может быть осуществлен

глазомерно или путем закладки учетных площадок. При возрасте самосева и подроста от 1 до 5 лет можно закладывать учетные площадки размером 1×1 или 2×2 м, при возрасте 6–10 лет – размером от 3×3 до 4×4 м, при возрасте 11–15 лет – не менее 5×5 м. Учетные площадки должны быть распределены равномерно по всему изучаемому участку; число их должно быть от 15 до 20 шт. На площадках следует подсчитать все всходы и подрост с разделением по породам, возрасту, высоте и состоянию. Количество всходов и подроста на 1 га (N) определяют по следующей формуле:

$$N = 10000 \cdot \frac{n}{S},$$

где n – число всходов и подроста на учетных площадках;
S – площадь учетных площадок, м^2.

Возраст подроста определяют по числу годичных побегов и путем подсчета годичных слоев у отдельных срубленных экземпляров.

По состоянию подрост разделяют на благонадежный (здоровый, который сможет заменить старый лес) и неблагонадежный (отставший в росте, имеющий механические повреждения, зараженный вредителями). Оценка успешности лесовозобновления может быть осуществлена по табл.4.5.

Таблица 4.5

Шкала оценки подроста

Высота подроста, м	Число деревьев в подросте на 1 га, тыс.		
	густом	среднем	редком
До 1	10	5,1 — 10	5
1,1 до 5	5,1 — 10	3,1—5	3
5 и выше	3,1 — 5	1,1—3	1

При описании подлеска указываются основные виды деревьев и кустарников, их густота (количество на 1 гектар). Для оценки густоты подлеска принимаются следующие нормативы: густой – более 5 тысяч кустов на 1 га; средней густоты – 2–5 тысяч кустов на 1 га; редкий – до 2 тысяч кустов на 1 га.

Подеревный перечет. Определение запасов таксируемых насаждений требуют предварительного перечета деревьев. Перечет может быть сплошным и частичным. Его производят отдельно по породам и по ступеням толщины. При учете деревьев в средневозрастных насаждениях, где большинство их имеет диаметр до 20 см, целесообразно устанавливать ступени толщины 2 см. В широкой производственной практике, связанной с массовым обмером деревьев в спелых насаждениях, приняты ступени толщины 4 см.

Перечетная ведомость (табл.4.6) облегчает подсчет суммы площадей поперечного сечения стволов на лесном участке, поскольку отпадает необходимость вычислять площадь поперечного сечения каждого ствола. Достаточно посчитать площадь поперечного сечения ступени толщины и умножить на количество стволов в этой ступени.

Таблица 4.6

Перечетная ведомость (пример заполнения)

Диаметр на высоте груди, см.	Число деревьев			
	сосна	ель	береза	осина
8	: . 3			
10	⌊⌋ 7	: . 3		
12	⊠ 10	□ 8	. 1	. 1
14	⊠⌊⌋ 17	⊠ 10	⁞: 5	: . 3
16	⊠⊠⊠: 32	⊠: . 13	□ 8	⧅ 9
18	⊠⊠⊠⊠. 41	⊠⊠⊠: . 33	⊠: 12	: 2
20	⊠⊠⊠⊠⊠⊠: 62	⊠⊠. 21	: . 3	
22	⊠⊠⊠ 30	⊠: 12		
24	⊠ 10	: 2		
26	⌊⌋ 7			
28	: 2			
30	. 1			

Деревья обмеряют мерными вилками. Удобнее всего мерные вилки, на которых цифры нанесены с округлением по четырехсантиметровым ступеням толщины. Во время перечета нужно следить, чтобы обмер диаметра проводился на высоте 1,3 м от шейки корня и мерная вилка плотно прилегала линейкой к дереву, так как при расшатанности ножек вилки может получиться систематическое преуменьшение диаметров. Результаты обмера деревьев техник записывает в перечетную ведомость. Число обмеряемых деревьев записывают условными обозначениями: первые четыре дерева отмечают точками, последующие до десятка – соединяющими эти точки линиями. Следующий десяток отмечают в том же порядке, т.е. одиннадцатое дерево обозначают одной точкой, двенадцатое – двумя, тринадцатое – тремя и т.д.

4.4. Оценка относительного жизненного состояния насаждений

Жизненное состояние насаждений является интегрированным показателем, который показывает, насколько то или иное насаждение реагирует на изменение условий произрастания.

Оценка ОЖС проводится по методике В.А.Алексеева (1990). При оценке следует учитывать таксационные показатели древостоя, густоту крон, наличие мертвых сучьев, состояние ассимиляционного аппарата. Критерии отнесения дерева к той или иной категории жизненного состояния даны в таблице 4.7.

Таблица 4.7

Категории относительного жизненного состояния деревьев (Алексеев, 1990)

Категория дерева	Диагностические признаки, %			Индекс ОЖС (L_v)
	густота кроны	наличие мертвых сучьев	степень повреждения хвои	
Здоровое	85-100	0-15	0-10	80-100
Ослабленное	55-85	15-45	10-45	50-79
Сильно ослабленное	20-55	45-65	45-65	20-49
Отмирающее	0-20	70-100	70-100	5-19
Сухое	0	100	нет хвои	<5

Дерево относится к той категории, на которую указывают либо все три показателя, либо два из трех. В том случае, если все три показателя указывают на разные категории, то все они рассматриваются комплексно, и выбирают наиболее оптимальную категорию; при этом большее внимание уделяют повреждению листьев, поскольку лист является наиболее чувствительным в экологическом отношении вегетативным органом растения.

Оценку относительного жизненного состояния можно проводить двумя способами. Первый способ – оценка ОЖС каждого отдельного дерева с последующим выведением жизненного состояния всего насаждения по пяти категориям с учетом запаса древесины каждой отдельной категории: здоровое, ослабленное, сильно ослабленное, усыхающее и полностью разрушенное по формуле:

$$L_V = \frac{100 \cdot v_1 + 70 \cdot v_2 + 40 \cdot v_3 + 5 \cdot v_4}{V}$$

где: L_v – относительное жизненное состояние насаждения;
v_1 – объем древесины здоровых деревьев на пробной площади, в $м^3$;
v_2, v_3, v_4 – то же для ослабленных, сильно ослабленных и отмирающих деревьев соответственно;
100, 70, 40, 5 – коэффициенты, выражающие (в процентах) относительное жизненное состояние здоровых, ослабленных, сильно ослабленных и отмирающих деревьев;
V – общий запас древесины на пробной площади, в $м^3$ (включая объем сухостоя).

В том случае, если размер пробных площадей небольшой, допускается определение относительного жизненного состояния не с учетом запаса древесины, а подсчетом жизненного состояния каждого отдельного дерева с последующим расчетом относительного жизненного состояния насаждения через формулу:

$$L_N = \frac{100 \cdot n_1 + 70 \cdot n_2 + 40 \cdot n_3 + 5 \cdot n_4}{N},$$

где L_N – относительное жизненное состояние насаждения;
n_1 - число здоровых деревьев на пробной площади;
n_2, n_3, n_4 - то же для ослабленных, сильно ослабленных и отмирающих деревьев соответственно.
100, 70, 40, 5 – коэффициенты, выражающие (в процентах) относительное жизненное состояние здоровых, ослабленных, сильно ослабленных и отмирающих деревьев соответственно.
N – общее число деревьев на пробной площади (включая сухостой).

Вопросы для самоконтроля:

1. Какие существуют методы закладки постоянных пробных площадей?
2. В чем специфика методов геоботанического описания растительного покрова на постоянных пробных площадях?
3. Какие методы применяются для таксационного описания насаждений?
4. Какие существуют методы определения относительного жизненного состояния насаждений?

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Лес является одним из основных национальных богатств страны. Лесные экосистемы влияют на формирование климата отдельных географических зон и районов, регулируя баланс солнечной энергии на земной поверхности и в атмосфере, циркуляцию атмосферного тепла и влаги, режим воды в озерах и реках. Одна из главных ресурсных функций леса – обеспечение древесиной, важного сырья для многих отраслей хозяйства. Однако функции леса не ограничиваются обеспечением древесины. Лес имеет защитное, водоохранное, санитарно-гигиеническое и рекреационное значение.

Лесные экосистемы изучает наука «лесоведение», в рамках которых подразумевается изучение биологических и экологических особенностей древесных пород и других компонентов лесных насаждений. Изучение взаимоотношений древесных пород между собой и с другими биотическими компонентами и с абиотической средой, закономерности возобновления и формирования лесов во времени и в пространстве, их география, классификация и районирование. Изучают леса, не затронутые хозяйственной деятельностью и активно используемых, подверженных и не подверженных воздействию различных негативных экологических факторов.

Именно поэтому изучение лесных экосистем обязательно в цикле естественных наук и представляет систему знаний, которые позволят будущим экологам грамотно вести хозяйственные мероприятий в лесу и рационально использовать все то, что дает лес.

Российская Федерация является крупнейшей по площади страной в мире. На её территории встречаются самые разнообразные ландшафты: от крайних холодных арктических и тундровых до жарких и сухих степных и полупустынных, от западных умеренных до дальневосточных муссонных, от равнинных до высокогорных. Все это проявляется в специфике формирования лесных экосистем. Именно поэтому при изучении лесов необходимо учитывать региональный компонент. В рамках изучения курса «Лесные экосистемы Республики Башкортостан» помимо общих вопросов формирования и жизнедеятельности лесных сообществ студенты-экологи смогут получать знания о специфике формирования лесных экосистем на территории Республики Башкортостан.

В данном учебном пособии подробно раскрыты особенности распределения лесных экосистем по территории Республики Башкортостан, показана специфика лесов Предуралья и Зауралья. Отмечены особенности городских лесов. Достаточно подробно описаны основные лесообразующие породы, произрастающие на территории Республики Башкортостан. В пособии дана подробная характеристика лесопатологического состояния лесов Республики Башкортостан и

описаны основные вредители и болезни леса. Достаточно подробно представлена методология описания лесных сообществ, что позволит студентам-экологам самостоятельно изучать лесные экосистемы.

Знания и навыки, приобретенные в ходе изучения дисциплины «Лесные экосистемы Республики Башкортостан», будут востребованы как в процессе дальнейшего обучения в магистратуре и аспирантуре, так и при реализации практической деятельности в качестве экологов на производстве.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ И РЕКОМЕНДАЦИИ К ПРОВЕДЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Практическое занятие № 1

Тема: Понятие о лесоведении. Основные понятия о природе леса

Цель работы: изучить основные терминологические понятия

Исходные материалы и оборудование: комплект мультимедийного оборудования, научно-исследовательское оборудование Лаборатории лесоведения Уфимского института биологии РАН (научно-образовательный центр «Дендроэкология и природопользование»)

Практическое занятие № 2

Тема: Основные компоненты и признаки леса

Цель работы: научиться различать породы деревьев и кустарников. Работа с гербарным материалом.

Исходные материалы и оборудование: гербарий, определители растений.

Практическое занятие № 3

Тема: Лес и климат

Цель работы: выявление и сравнение среднемесячных температур воздуха в течение года под пологом древостоев с температурой воздуха открытого пространства. Анализ различий температур. Определение потенциальной продуктивности лесных фитоценозов.

Исходные материалы и оборудование: Атлас Республики Башкортостан, комплект мультимедийное оборудование, таблицы, методические разработки.

Практическое занятие № 4

Тема: Строение, рост и развитие леса

Цель работы: научиться приемам таксации лесонасаждений.

Исходные материалы и оборудование: научно-исследовательское оборудование Уфимского института биологии РАН (научно-образовательный центр «Дендроэкология и природопользование»).

Практическое занятие № 5

Тема: Охрана леса

Цель работы: изучение и выявление болезней и вредителей лесных экосистем.

Исходные материалы и оборудование: комплект мультимедийного оборудования, определители болезней и вредителей.

ПЕРЕЧЕНЬ ПРИМЕРНЫХ КОНТРОЛЬНЫХ ЗАДАНИЙ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

1. Средообразующие и биосферные функции лесных экосистем.
2. Лесорастительные условия.
3. Вертикальная структура лесных экосистем.
4. Горизонтальная структура лесных экосистем.
5. Естественное возобновление в лесной экосистеме.
6. Лесные экосистемы Предуралья.
7. Лесные экосистемы Южного Урала.
8. Лесные экосистемы Зауралья.
9. Понятие продуктивности лесной экосистемы.
10. Понятие устойчивости лесной экосистемы.
11. Защитные функции лесной экосистемы.
12. Буферные функции лесной экосистемы.
13. Лесные экосистемы Республики Башкортостан как ландшафтно-природные комплексы.
14. Лесные экосистемы как возобновляемые природные ресурсы.
15. Экспертиза экологического состояния лесных экосистем Республики Башкортостан.
16. Экспертиза лесопользования в Республике Башкортостан.
17. Мониторинг состояния лесных экосистем.
18. Защита лесных экосистем от вредителей и болезней.
19. Лесные экосистемы особо охраняемых природных территорий Республики Башкортостан.
20. Лесные генетические резерваты, лесная генетика и селекция.
21. Ресурсы лесных экосистем горно-лесной зоны Южного Урала.
22. Ресурсы лесных экосистем зоны Зауралья.
23. Ресурсы лесных экосистем Северо-Восточной зоны.
24. Ресурсы лесных экосистем Северо-Западной зоны.
25. Ресурсы лесных экосистем Западной зоны.
26. Ресурсы лесных экосистем Юго-Западной зоны.
27. Ресурсы лесных экосистем зоны Предуралья.
28. Ресурсы лесных экосистем промышленных центров.
29. Ресурсы лесных экосистем техногенных ландшафтов.
30. Лесные экосистемы и вода (горные леса Южного Урала).
31. Лесные экосистемы и вода (водоохранно-защитные леса рек).
32. Лесные экосистемы и вода (водоохранно-защитные леса озер).
33. Лесные экосистемы и вода (водоохранно-защитные леса водохранилищ).
34. Лесные экосистемы и атмосфера (санитарно-защитные лесные насаждения промышленных центров).
35. Лесные экосистемы и почва (полезащитные лесные насаждения).

36. Лесные экосистемы и почва (противоэрозионные лесные насаждения).
37. Лесные экосистемы и почва (лесные насаждения в районах нефтедобычи).
38. Лесные экосистемы и почва (лесные насаждения и транспортная инфраструктура).
39. Лесные экосистемы и почва (городские лесонасаждения).
40. Лесные экосистемы ООПТ (заповедники).
41. Лесные экосистемы ООПТ (национальные парки)
42. Лесные экосистемы ООПТ (природные парки)
43. Лесные экосистемы ООПТ (природные заказники)
44. Лесные экосистемы ООПТ (памятники природы)
45. Лесные экосистемы и агропромышленный комплекс (защитные лесонасаждения).
46. Лесные экосистемы и крупные города - промышленные центры (санитарно-защитные лесонасаждения).
47. Лесные экосистемы и крупные города леса (рекреационного назначения).
48. Лесные экосистемы и крупные города (озеленение).
49. Лесные экосистемы и населенные пункты - средние города, поселки, деревни (санитарно-защитные лесонасаждения).
50. Лесные экосистемы и населенные пункты - средние города, поселки, деревни леса (рекреационного назначения).
51. Лесные экосистемы и населенные пункты - средние города, поселки, деревни (озеленение).
52. Лесные экосистемы и техногенные ландшафты (санитарно-защитные лесонасаждения).
53. Лесные экосистемы и техногенные ландшафты (лесная рекультивация).
54. Лесные экосистемы и техногенные ландшафты (лесобиологическая консервация техногенных ландшафтов).
55. Лесные экосистемы и охотничье хозяйство.
56. Лиственничники Республики Башкортостан.
57. Сосняки Республики Башкортостан.
58. Ельники Республики Башкортостан.
59. Пихтачи Республики Башкортостан.
60. Березняки Республики Башкортостан.
61. Дубравы Республики Башкортостан.
62. Липняки Республики Башкортостан.
63. Кленовники Республики Башкортостан.
64. Осинники Республики Башкортостан.
65. Тополевники Республики Башкортостан.
66. Ивняки Республики Башкортостан.

67. Дендроэкологическая характеристика основных лесообразующих пород.

68. Понятие об устойчивости древесных растений к экстремальным факторам среды.

69. Устойчивость древесных растений к экстремальным природным факторам.

70. Устойчивость древесных растений к экстремальным техногенным факторам.

71. Газо-дымоустойчивость древесных.

72. Диагностика и классификация повреждения древесных растений (повреждения листьев и хвои, повреждения деревьев).

73. Диагностика жизненного состояния деревьев (шкала). Оценка жизненного состояния древостоев.

74. Классификация повреждений лесных экосистем при загрязнении окружающей среды.

75. Понятие об онтогенезе древесных растений (сезонное развитие, критические периоды в онтогенезе).

76. Понятие об адаптациях и адаптациогенезе древесных растений (адаптации структурные, адаптации функциональные).

77. Экологическая видоспецифичность древесных растений

СОДЕРЖАНИЕ

МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПЛАНЕ……..……..... 3
ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ КУРСА…… 3
Цели изучения дисциплины……. 3
Основные задачи дисциплины……. 4
ПЕРЕЧЕНЬ ЗНАНИЙ И УМЕНИЙ……. 4
ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЕ БАКАЛАВРИАТА…… 4
ТЕМАТИЧЕСКОЕ СОДЕРЖАНИЕ КУРСА…….. 5
ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА…… 5
ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА…… 5
ИНТЕРНЕТ РЕСУРСЫ……. 7
ГЛАВА 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЛЕСОВ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН…… 8
1.1. Зона хвойно-широколиственных лесов…..……...…. 9
1.2. Лесостепная зона……. 10
1.2.1. Лесостепной район европейской части РФ…… 10
1.3. Городские леса……. 11
1.4. Южно-уральский район……..…… 16
1.5. Степная зона…… 17
1.5.1. Район степей европейской части РФ…… 17
ГЛАВА 2. ХАРАКТЕРИСТИКА ЛЕСООБРАЗУЮЩИХ ВИДОВ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН……..……..... 19
2.1. Таксономический список древесно-кустарниковых видов Республики Башкортостан ……... 19
2.2. Основные лесообразователи Республики Башкортостан….. 22
2.3. Древесные и кустарниковые виды, занесенные в Красную книгу Республики Башкортостан……... 61
ГЛАВА 3. ЛЕСОПАТОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ЛЕСОВ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН…… 65
3.1. Краткая лесопатологическая характеристика лесов Республики Башкортостан…….. 65
3.2. Лесозащитное районирование Республики Башкортостан .. 71
3.3. Характеристика основных вредителей и болезней леса, распространенных на территории Республики Башкортостан… 77
3.3.1. Вредители молодняков…….. 77
3.3.2. Хвоегрызущие вредители…….. 85
3.3.3. Листогрызущие вредители …… 92
3.3.4. Стволовые вредители…… 105
3.3.5. Болезни хвойных…… 117
3.3.6. Болезни лиственных……... 121
ГЛАВА 4. МЕТОДОЛОГИЯ ОПИСАНИЯ ЛЕСНЫХ СООБЩЕСТВ 133

4.1. Подбор и закладка постоянных пробных площадей в лесных сообществах…… 133
4.2. Геоботаническое описание постоянных пробных площадей в лесных сообществах…….. 136
4.3. Таксационное описание постоянных пробных площадей…. 138
4.4. Оценка относительного жизненного состояния насаждений 151
ЗАКЛЮЧЕНИЕ…… 154
МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ И РЕКОМЕНДАЦИИ К ПРОВЕДЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ…… 156
ПЕРЕЧЕНЬ ПРИМЕРНЫХ КОНТРОЛЬНЫХ ВОПРОСОВ И ЗАДАНИЙ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ…… 158

Учебное издание

Кулагин Алексей Юрьевич

Зайцев Глеб Анатольевич

Тагирова Олеся Васильевна

Исхаков Фанис Фаннурович

Крестьянов Андрей Александрович

ЛЕСНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН

Редактор: Т.В. Подкопаева

Лиц. на издат. деят. Б848421 от 03.11.2000 г. Подписано в печать 23.06.2015.
Формат 60Х84/16. Компьютерный набор. Гарнитура Times New Roman.
Отпечатано на ризографе. Усл. печ. л. – 10,2. Уч.-изд. л. – 10,0.
Тираж 100 экз. Заказ № 1340

ИПК БГПУ 450000, г.Уфа, ул. Октябрьской революции, 3а

Организация научно - исследовательских работ в области природопользования и охраны природы

Учебное пособие

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Башкирский государственный педагогический университет
им. М. Акмуллы»

Естественно-географический факультет
Кафедра экологии и природопользования

Ф.Ф. ИСХАКОВ, А.А. КУЛАГИН, Г.А. ЗАЙЦЕВ

ОРГАНИЗАЦИЯ НАУЧНО – ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РАБОТ В ОБЛАСТИ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ И ОХРАНЫ ПРИРОДЫ

Учебное пособие

УФА 2013

УДК – 001.89:504.06 (075.8)
ББК 81.411
И15

Рецензенты:

Хисамов Р.Р., д - р биол. наук, профессор
Башкирского государственного аграрного университета;
Серова О.В., канд. биол. наук, доцент
Башкирского государственного педагогического университета

Исхаков Ф.Ф. Организация научно – исследовательских работ в области природопользования и охраны природы: Учебное пособие /Ф.Ф. Исхаков, А.А.Кулагин, Г.А. Зайцев. – Уфа: Башкирский государственный педагогический университет им. М. Акмуллы, 2013. – 224 с.

Учебное пособие по курсу учебной дисциплины «Организация научно – исследовательских работ в области природопользования и охраны природы» разработано в соответствии с Федеральным Государственным образовательным стандартом для студентов направления 022000.62 Экология и природопользование.

Учебное пособие будет полезно и для магистрантов, аспирантов и соискателей при планировании, проведении научных исследований, работе над рукописями.

ISBN 978-5-87978-854-9

© Исхаков Ф.Ф., Кулагин А.А.,
Зайцев Г.А., 2013
© Башкирский государственный
педагогический университет, 2013

МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПЛАНЕ

«Организация научно – исследовательских работ в области природопользования и охраны природы» является дисциплиной по выбору профессионального цикла Основной образовательной программы (ООП) направления подготовки 022000.62 Экология и природопользование и изучается студентами в 4 семестре. Программа предусматривает чтение лекций, проведение семинарских (практических) занятий.

Для успешного изучения учебного материала студенты должны усвоить дисциплины экологического блока, концепцию современного естествознания, математику, разделы химии. Они должны быть готовы к применению всех этих знаний, как для решения научно-исследовательских задач при выполнении выпускных квалификационных работ, так и в дальнейшем - при будущей профессиональной или же научной деятельности.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ КУРСА

Цели изучения дисциплины

Научная деятельность в вузе является непременной составной частью процесса подготовки высококвалифицированных специалистов. Само обеспечение этой подготовки может быть осуществлено на основе новейших достижений научно-технического прогресса. В условиях современного развития общества, будущие специалисты должны получить соответствующую подготовку по проведению научных исследований по тем проблемам, которые могут возникнуть в условиях производства.

Если в прошлом понятие «исследование» связывалось только со специализированной деятельностью, то сейчас в связи с появлением многих видов профессиональной деятельности человека, исследования все больше проникают в повседневную практику.

Современный выпускник вуза должен быть подготовлен так, чтобы всегда быть готовым идти нога в ногу с прогрессом науки и технологий, его образование должно воспитывать в нем способность, как к интеллектуальному творчеству, так и к интеллектуально активному восприятию сделанного другими. По прямому смыслу слова, ***наука – это то, чему можно научить*** или ***научиться***, то есть передать (и получить) или же добыть знание и умение самому. Хорошо образованные работники могут быть получены только с помощью ***системы настоящего высшего образования –*** готовить молодых людей к будущей достаточно сложной работе. При этом работа, получаемая по завершении образования, должна удовлетворять как работодателя, так и работника.

В высших учебных заведениях одним из средств повышения качества подготовки будущих специалистов является научно-исследовательская работа

студентов (НИРС). Важным звеном в подготовке к этой работе является изучение студентами дисциплины по организации научных исследований.

Первая типовая программа по этой дисциплине была разработана в 1983 году и включена в стандарты многих специальностей.

Решение задач по рациональному природопользованию и охране природы возможно только на основе глубоких экологических знаний. Разобраться в экологических проблемах возможно только при наличии знаний о законах природы, о путях выхода из экологического кризиса, которые могут быть получены при проведении глубоких научных исследований. Исследования сложных систем, каковыми являются экологические проблемы, требуют и соответствующей подготовки.

Основные задачи дисциплины

- овладеть методологией проведения научных исследований;
- научить анализу современного состояния окружающей среды;
- дать представления об основных этапах проведения исследований;
- научить навыкам построения стратегии, тактики и самоэкспертизы научных исследований;
- ознакомить с порядком планирования, проведения исследования и оформления результатов;
- научить работе с патентной, научной информацией;
- ознакомить с методами статистической обработки экспериментальных данных;
- дать навыки организации научно-исследовательских работ.

ПЕРЕЧЕНЬ ЗНАНИЙ И УМЕНИЙ

Студент, успешно освоивший курс дисциплины «Организация научно – исследовательской работы в области природопользования и охраны природы», должен:

- иметь представление о методах научного познания;
- владеть методологией проведения научных исследований;
- ориентироваться в вопросах выбора правильного направления и темы исследования, ее актуальности, стратегии и тактики проводимых научно-исследовательских работ (НИР);
- быть способным грамотно и квалифицированно спланировать экспериментальную работу, ее методическое, инструментальное обеспечение и проведение самого исследования;
- уметь грамотно и квалифицированно оформить научно-исследовательскую работу;

• усвоить теоретические основы проектирования, организации и осуществления научных исследований в области природопользования и охраны природы.

ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЕ БАКАЛАВРИАТА

Общеобразовательные компетенции (ОК):

- владеть культурой мышления, способность к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей достижения (ОК - 1);

- уметь логически верно, аргументировано и ясно строить устную и письменную речь (ОК - 2)

- иметь базовые знания в области информатики и современных геоинформационных технологий, владеть навыками использования программных средств и работы в комъютерных сетях, умением создавать базы данных и использовать ресурсы Интернета, владеть ГИС – технологиями; уметь работать с информацией из различных источников для решения профессиональных и социальных задач (ОК - 6).

Профессиональные компетенции (ПК):

- обладать базовыми знаниями в области фундаментальных разделов математики в объеме, необходимом для владения математическим аппаратом экологических наук, для обработки информации и анализа данных по экологии и природопользованию (ПК - 1);

- обладать базовыми знаниями фундаментальных разделов физики, химии и биологии в объеме, необходимом для освоения физических, химических и биологических основ в экологии и природопользовании; владеть методами химического анализа, а также методами отбора и анализа геологических и биологических проб; иметь навыки идентификации и описания биологического разнообразия, его оценки современными методами количественной обработки информации (ПК - 2);

- владеть методами прикладной экологии, экологического картографирования, экологической экспертизы и мониторинга; владеть методами обработки, анализа и синтеза полевой и лабораторной экологической информации и использовать теоретические знания на практике (ПК - 9);

- владеть методами экологического проектирования и экспертизы, экологического менеджмента и аудита, экологического картографирования; владеть методами обработки, анализа и синтеза полевой и лабораторной экологической информации и использовать теоретические знания на практике (ПК-11).

ТЕМАТИЧЕСКОЕ СОДЕРЖАНИЕ КУРСА

В первой главе даются основные понятия по методам научного познания, дается их классификация, особенности различных уровней познания. Вторая тема посвящена организации научных исследований в Российской Федерации. Представлены основные государственные, федеральные целевые программы и их реализация. Даны основные параметры деятельности Российской академии наук и Академии наук Республики Башкортостан. Представлены материалы в области исследований экологии и природопользования. Планирование и задачи непосредственного проведения экспериментальных работ составляет суть третьей темы курса. В этой же части представлены материалы по работе с информационными источниками, в частности научно-технической, патентной. Четвертая глава учебного пособия посвящена математической обработке, как важнейшего инструмента доказательной базы любого научного (экспериментального) исследования. Пятая глава посвящена литературному оформлению научного труда, особенностям работы с научным текстом, трудности при описании, обобщении материалов исследования. Вопросы самопроверки приведены в конце каждой главы. Заключительная часть работы представлена тренинг – тестом и приложениями, где представлены образцы оформления библиографических источников по ГОСТ 7.1-2003.

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Ануфриев, А.Ф. Научное исследование. Курсовые и диссертационные работы /А.Ф. Ануфриев. – М.:Ось-89, 2007. – 112 с.
2. Круглов, П.П. Правильно оформляем и пишем реферат, курсовую, диплом на компьютере /П.П. Круглов, А.В. Куприянова. – СПб: Наука и Техника, 2008. – 160 с.
3. Кузнецов, И.Н. Научное исследование: Методика проведения и оформление /И.Н. Кузнецов. – М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2007. – 460 с.
4. Кузнецов, И.Н. Диссертационные работы: Методика подготовки и оформления: Учебно-методическое пособие /И.Н. Кузнецов. - М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2007. – 456 с.
5. Основы научных исследований: теория и практика: Учебное пособие /В.А. Тихонов, Н.В. Корнев, В.А. Ворона, В.В. Остроухов – М.: Гелиос АРВ, 2006. – 352 с.

Дополнительная литература

6. Бромберг, Г.В. Основы патентного дела /Г.В. Бромберг. – М.:ИНИЦ Роспатента, 2005. – 172 с.

7. Васильев, В.П. Аналитическая химия. Ч. 2 Физико-химические методы анализа /В.П. Васильев. - М.: Высшая школа, 1989. – 384 с.
8. Вахмистров, Д.Б. Как писать научную статью по физиологии растений // Физиология растений. -1981. – Т. 28. – Вып. 4. – С. 860-872.
9. Волков, Ю.Г. Диссертация: Подготовка, защита, оформление: Практическое пособие /Ю.Г. Волков: Под ред. Н.И. Загузова - М.:Гардарика, 2003. – 185 с.
10. Воронцов, Г.А. Письменные работы в вузе: Учебное пособие для студентов /Г.А. Воронцов. – Ростов н/Дону: Издательский центр «МарТ», 2002. – 192 с.
11. ГОСТ 7.1-2003 «Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления».
12. ГОСТ 7.80-2000 «Библиографическая запись. Заголовок. Общие требования и правила составления».
13. ГОСТ 7.82-2001 «Библиографическая запись. Библиографическое описание электронных ресурсов. Общие требования и правила составления».
14. ГОСТ 7.12-93 «Библиографическая запись. Сокращение слов на русском языке. Общие требования и правила».
15. ГОСТ 7.11-2004 «Библиографическая запись. Сокращение слов и словосочетаний на иностранных европейских языках».
16. ГОСТ Р 7.0.5 – 2008 Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления [Электронный ресурс]. http://protect.gost.ru>2008 год
17. Горелов, А.А. Концепция современного естествознания /А.А. Горелов.– М.:Центр, 2005. – 208 с.
18. Дмитриев, А.В. Учебный труд студентов и его организация: Учебное пособие./А.В. Дмитриев. – Уфа: Полиграфкомбинат, 2000. – 112 с.
19. Капица, П.Л. Эксперимент, теория, практика /П.Л. Капица. – М.: Наука, 1985. – 354 с.
20. Концепция современного естествознания: - Ростов н/Дону: «Феникс», 2009. – 448 с.
21. Кузин, Ф.А. Кандидатская диссертация. Методика написания, правила оформления и порядок защиты: Практическое пособие для аспирантов соискателей ученой степени /Ф.А. Кузин. – М.: Ось-89, 2006. – 224 с.
22. Мангутова, С.Д. Библиографическое описание сетевых ресурсов и списков /С.Д. Мангутова //Библиография. – 2005. - № 4. – С. 49 – 55.
23. Мангутова, С.Д. Библиографическое описание сетевых ресурсов и списков [Электронный ресурс]. – URL:http://vss.nlr.ru/mangutova2.php
24. Научные исследования: информация, анализ, прогноз: Монография /Под ред. Кирикова О.И. – Воронеж: ВГПУ, 2007. - 537 с.
25. Николайкин, Н.И. Экология: учебник для вузов /Н.И. Николайкин, Н.Е. Николайкина, О.П. Мелехова. – М.: Дрофа, 2006. – 622 с.

26. Новиков, Ю.В. Методы исследования качества воды водоемов /Ю.В. Новиков, К.О. Ласточкина, З.Н. Болдина: Под. ред. А.П. Шицковой. – М.:Медицина, - 1990. – 400 с.
27. Патентоведение: Учебник для вуза /Под ред. Е.А. Артемьева. – М.: Машиностроение, 1984. – 352 с.
28. Плохинский Н.А. Биометрия. /Н.А. Плохинский. – М.: Издательство Московского университета, 1970. – 308 с.
29. Райзберг, Б.А. Диссертация и ученая степень: Пособие для соискателей /Б.А. Райзберг. – М.:Инфра-М, 2008. – 480 с.
30. Сидоров, В.В. Исследователи края башкирского. Век XVIII /В.В. Сидоров. – Уфа: Китап, 1997. – 271 с.
31. Тихонова, И.О. Практикум по химическим методам анализа в экологическом мониторинге. /И.О. Тихонова, В.В. Тарасов. – М.: РХТУ им. Д.И.Менделеева, 2002. – 64 с.
32. Хабибуллин, И.Л. Экологическое моделирование: Учебное пособие /И.Л. Хабибуллин. – Уфа: РИО БашГУ, 2002. – 121 с.
33. Хотунцев, Ю.Л. Экология и экологическая безопасность: Учебное пособие. /Ю.Л. Хотунцев. – М.: Издательский центр «Академия», 2002. – 480 с.
34. Ятнов, В.А. Фундаментальные исследования - важнейшая часть инновационной деятельности и венчурного финансирования./ В.А. Ятнов, П.В. Воробьёв//Фундаментальные исследования. – 2008. - № 2.

Интернет ресурсы

35. минобрнауки.рф/новости/3377
36. минобрнауки.ру/документы/2966
37. http://www.program-gov.ru
38. http://www.grandars.ru
39. http://www.ras.ru
40. http://www.rfbr.ru
41. http://www.rfti.ru
42. http://ru.wikipedia.org//wiki
43. http://www.ras/scientificactivity/2013-2020plan.aspx
44. http://www.mathnet.ru/php/organisation.phtml?option.lang=rus&orgid
45. http://www.aspirinby.org
46. http://culture.hse.ru/standart_bibliograf_opisanija
47. http://www.rupto.ru
48. http://www.fips.ru

СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ

Анализ – понимается разделение объекта (мысленно или реально) на составные части с целью изучения.

Грант (англ. – ‘дар’) – это целевая финансовая дотация, предоставляемая ученым на проведение научных исследований.

Дедукция – получение частных выводов на основе знания общих положений, т.е. движение мышления от общего к частному.

Индукция – получение общего вывода на основании частных посылок, т.е. движение мысли от частного к общему.

Инновация (от англ. *innovation* - это внедрённое новшество, обеспечивающее качественный рост эффективности чего – либо) — это результат инвестирования интеллектуального решения в разработку и получение нового знания, ранее не применявшейся идеи по обновлению сфер жизни людей (технологии; изделия; организационные формы существования социума, такие как образование, управление, организация труда, обслуживание, наука, информатизация и т. д.) и последующий процесс внедрения (производства) этого, с фиксированным получением дополнительной ценности (прибыль, опережение, лидерство, приоритет, коренное улучшение, качественное превосходство, креативность, прогресс).

Интерполяция – способ определения неизвестного промежуточного значения признака, явления, не подвергавшихся наблюдению.

Креати́вность (от англ. create - создавать, творить) - творческие способности индивида, характеризующиеся готовностью к принятию и созданию принципиально новых идей, отклоняющихся от традиционных или принятых схем мышления и входящие в структуру одарённости в качестве независимого фактора, а также способность решать проблемы, возникающие внутри статичных систем.

Корреляция – это статистическая зависимость между случайными величинами, не имеющими строго функционального характера, при которой изменение одной из случайных величин приводит к изменению математического ожидания другой.

Методология – под методологией обычно понимают, прежде всего, методологию научного познания, т.е. учение о принципах построения, формах и способах научно-познавательной деятельности.

Наука – это наблюдение, классификация, описание, экспериментальные исследования и теоретическое объяснение естественных явлений.

Парадигма – строго научная теория, воплощенная в системе понятий или исходная концептуальная схема, господствующая в течение определенного исторического периода в научном обществе.

Регрессионный анализ – группа методов статистического анализа данных, предназначенных для исследования причинных связей между количественными переменными.

Самоэкспертиза – самостоятельная экспертиза работы исследователем на предмет научной новизны и практической значимости полученных результатов.

Синтез – переход к изучению объекта как единого целого, после изучения отдельных составляющих частей.

Системный метод – процедура мысленного или реального расчленения сложных систем, предметов на составляющие части и их отдельное изучение, с учетом их взаимосвязи друг с другом.

Стратегия исследования – это общие направление и характеристика исследования.

Тактика исследования – исследовательские операции по выполнению тех задач, которые следуют исходя из стратегии исследования.

Теория – особым образом построенная система взаимосвязанных утверждений, законов науки.

Формализация – особый подход в научном познании, который заключается в использовании специальной символики, позволяющей отвлечься от изучения реальных объектов, от содержания описывающих их теоретических положений и оперировать вместо этого некоторым множеством символов (знаков).

Эксперимент – активное, целенаправленное и строго контролируемое воздействие исследователя на изучаемый объект для выявления и изучения тех или иных его сторон, свойств, связей.

Экстраполяция – метод определения количественных характеристик для совокупностей и явлений, за пределы, не подвергавшихся наблюдению, в меньшую или большую сторону.

Эмерджентность – наличие у системного целого (экосистемы) особых свойств, не присущих элементам его составляющих; несводимость целого к сумме его частей.

ГЛАВА 1. МЕТОДЫ НАУЧНОГО ПОЗНАНИЯ

1.1 Наука, научные исследования, сущность, особенности

Познание, понятие науки, определение; Сущность, особенности научного исследования; Методологический аппарат научного исследования; Требования, предъявляемые к научному методу

Познание – процесс движения человеческой мысли от незнания к знанию, в основе которого лежит отражение объективной действительности в сознании человека в процессе общественной, производственной и научной деятельности.

Наука – особый, рациональный способ познания мира, основанный на эмпирической проверке или математическом доказательстве. Правильность научного знания определятся не только логикой, но, прежде всего, обязательной проверкой его на практике, чем и отличается от слепой веры истинности того или иного положения, пока не будет получено практическое подтверждение.

Наука – сфера человеческой деятельности, функция которой – **накопление** и **обработка** объективных **знаний** о действительности, включающая в себя как деятельность по получению нового знания, так и сумму знаний, лежащих в основе научной картины мира.

Жизнь современной человеческой цивилизации невозможна без научных достижений, использование которых пронизывает все сферы деятельности людей, от повседневных, бытовых забот и до всемирных проблем эпохи. Наука, как сложная социально-когнитивная система, имеет три главных предназначения на глобальном и национальном уровнях:

- обеспечение национальных интересов;
- улучшение качества жизни людей;
- рост знаний о природе, человеке и обществе.

В соответствии с этими предназначениями достойное развитие науки в стране необходимо по следующим соображениям:

- развитие науки является определяющей основой для технологического развития; без нее невозможны модернизация и инновационное развитие страны;
- современные научно-технологические разработки определяют военную безопасность страны;
- лишь с помощью роста научных знаний (и их использования) возможен экономический рост в условиях устойчивого развития;
- наука (ученые как носители научного знания) жизненно необходима государству для выполнения экспертных функций как для принятия адекватных управленческих решений, так и при появлении различных угроз и вызовов времени на региональном, национальном и международном уровнях;

- развитие науки формирует позитивный имидж страны и является одним из средств «мягкой силы» в геополитике; без высокого уровня своего научно-технологического развития Россия не сможет занять достойное место на международной арене и вернуться в число великих держав в условиях жесткой глобальной конкуренции;

- без развития науки невозможно иметь хорошее образование, как среднего, так и высшего звена; современное образование должно базироваться на научной основе;

- перспективные научные исследования определяют развитие медицинских технологий и через них позитивно влияют на улучшение здоровья населения страны;

- рациональное использование природных ресурсов и развитие сельского хозяйства невозможно без опоры на современную науку;

- без успехов науки нельзя достичь полноценной экологической безопасности страны;

- без науки невозможно понять глубокие традиции и историю России и населяющих ее народов, а также взаимоотношения ее с соседями, нельзя правильно осознать происходящие сегодня социальные процессы и прогнозировать будущее страны;

- наука как часть культуры (в широком понимании) - один из немногих социальных факторов сплочения людей, что важно для формирования национального единства в условиях полиэтничности и поликонфессиональности страны.

Во всех этих определениях науки общим является то, что научная деятельность основывается на объективных законах и носит творческий, исследовательский характер.

Людей, занимающихся научной деятельностью, принято называть *учеными.* Ученый изучает объективную реальность, которая еще не познана человеком. На практике принято считать учеными тех специалистов, которые имеют ученую степень кандидата или доктора наук и поэтому несомненно, что любой ученый должен обладать необходимым набором навыков для выполнения той или иной работы.

Успехи в развитии любой страны зависят от уровня технического прогресса, достигнутого на данном этапе ее развития. Уровень технического прогресса напрямую зависят от научных достижений и их реализации.

Поэтому именно наука является двигателем научно-технического прогресса, а ее проводником в жизнь являются ученые и специалисты самых различных направлений.

Явления, факты непосредственно даны нам в опыте и, будучи установленными, они сохраняют постоянство. **Законы науки** – это варианты объяснения этих фактов. Законы могут быть изменены в ходе развития науки. Наукой признается истинной то положение, которое подтверждается воспроизводимым опытом.

Наука является одной из определяющих особенностей современной культуры и, возможно, самым динамическим ее компонентом. Сегодня невозможно обсуждать социальные, культурные, антропологические проблемы, не принимая во внимание развитие научной мысли. Сегодня эти вопросы стоят в новой и весьма острой форме. Это связано, прежде всего, с той ситуацией, в которой оказалась цивилизация. С одной стороны, выявились невиданные перспективы науки и основанной на ней техники. Современное общество вступает в информационную стадию развития, рационализация всей социальной жизни становится не только возможной, но и жизненно необходимой. С другой стороны, обнаружились пределы развития цивилизации односторонне технологического типа, в связи с глобальным экологическим кризисом, и, как следствие, выявившейся невозможности тотального управления социальными процессами.

В последние годы внимание к этим вопросам в нашей стране заметно снизилось. Одна из главных причин этого, по мнению В.А.Тихонова и др. (2006) – в резком падении престижа научного знания в нашем обществе, в той катастрофе, которую переживает наука России в последние годы. Между тем совершенно ясно, что без развития науки Россия не имеет будущего как цивилизованная страна.

Раскрывая закономерные связи действительности, наука выражает их в абстрактных понятиях и схемах, строго соответствующих этой действительности.

Науку можно выразить в следующих измерениях:

а) человек не может считаться образованным, если он не проявляет интерес к науке, это одно из наиболее важных духовных движений наших дней;

б) наука – это не только совокупность знаний, науке можно учить как увлекательнейшей части человеческой истории – как быстро развивающемуся росту смелых гипотез, контролируемых экспериментов и т.д.

В последние годы очень часто говорят о том, что наука превратилась в непосредственную производительную силу современного общества. Это означает, что система знаний, развиваемая в результате специальной целенаправленной деятельности людей (научных работников), расширяет производственные возможности общества. *Научные работники*, создающие новые и более производительные методы и способы их обработки, новые принципы преобразования энергии и т.д., практически реализующие эти способы на современном производстве, прямо и непосредственно увеличивают производительные силы общества.

Академик И.П. Павлов к ведущим качествам личности ученого-исследователя относил:

• научную последовательность;

• прочность познания азов науки и стремление от них к вершинам человеческих знаний;

• сдержанность, терпение;

• готовность и умение делать черновую работу;
• умение терпеливо накапливать факты;
• научную скромность;
• готовность отдать науке всю жизнь.

Академик К.И. Скрябин отмечал особую значимость в научном творчестве любви к науке, избранной специальности.

Итак, наука – эта непрерывно развивающаяся система знаний объективных законов природы, общества, мышления, получаемых и превращаемых в непосредственную производительную силу общества в результате специальной деятельностью людей.

В наши дни произошло изменение образа науки:

Во-первых, а) выдвижение принципиально новых идей в науке, естественно, остается делом сравнительно немногих наиболее крупных ученых («генералов науки», по образному выражению эколога, проф. Б.М. Миркина), которым удается заглянуть за «горизонты» познания, а нередко и существенно их расширить. Но все же, для научного познания в целом становятся все более характерными ***коллективные формы*** деятельности, осуществляемые, научными сообществами. Наука все более принимает форму особого социального института. Изучение многих аспектов жизни в связи с проблемой научного творчества представляет собой интересную, пока еще во многом открытую проблему.

б) в современную науку все более проникают методы, основанные на новых технологиях, а с другой стороны – новые математические методы, которые серьезно меняют прежнюю методологию научного познания.

в) сфера научного познания стремительно расширяется, затрагивая, прежде всего, недоступные объекты и в микромире, включая тончайшие механизмы живого, и в макроскопических масштабах. Современная наука перешла к исследованию объектов принципиально нового типа – сверхсложных, самоорганизующихся систем. Одним их таких объектов является наша биосфера.

г) значительные изменения происходят в системе научного знания. Оно все более усложняется, знания разных наук перекрещиваются, взаимно дополняя друг друга в решении ключевых проблем современной науки.

Во-вторых, наука оказывает влияние на все стороны жизни как общества в целом, так и отдельного человека. Она обеспечивает беспрецедентный технологический прогресс, создавая условия для повышения уровня и качества жизни. Наука выступает и как социально-политический фактор: государство, обладающее развитой наукой и на основе этого создающее передовые технологии, обеспечивает себе больший вес в международном сообществе.

В-третьих, довольно быстро обнаружились и некоторые опасности, связанные с возможным применением достижений современной науки. Сегодня стали очевидными довольно существенные негативные последствия ***неконтролируемого распространения передовых технологий***, косвенно

создающих даже угрозу самому выживанию человечества. Подобные угрозы проявляются, например, в некоторых глобальных проблемах – исчерпания ресурсов, загрязнения среды обитания, угрозе генетического вырождения человечества и др.

Названные моменты, характеризующие резкое усиление воздействия науки на технологию, общество и природу, заставляют анализировать не только познавательную сторону научных исследований, как это было раньше, но и «человеческое» измерение науки. Очень важным представляется сейчас обстоятельный анализ всех отмеченных сторон феномена науки в целом, то есть в единстве его познавательных и человеческих аспектов. Дело в том, что происходящие сейчас изменения образа и статуса науки вызывает ее растущий отрыв от обыденного сознания. В качестве компенсации мы имеем «пышный» расцвет всевозможных псевдонаук, для обыденного сознания более понятных, но не имеющих к науке ровным счетом никакого отношения. Мощь их начинает представлять опасность для здорового развития самой науки.

Отличительной чертой науки является:

- она универсальна – она сообщает знания, истинные для всего человечества;
- фрагментарна – изучает отдельные стороны жизни, явления, и т.д. каждая наука есть проекция на мир под определенным углом;
- общезначима – знания пригодны для всех, язык ее однозначный, понятия и категории закреплены определенными терминами;
- объективна – знания соответствуют объекту исследования, «субъективное» мироощущение человека не присутствуют;
- обезличена – в том смысле, что индивидуальные, национальные черты, место проживания никак не представлены;
- незавершенна – знания растут безгранично;
- критична – все ставит под сомнение;
- достоверна – знания проходят проверку;
- внеморальна – научные истины нейтральны;
- систематичность – знания не являются набором бессвязанных частей;
- рациональна – знания получают рациональными процедурами.

Итак, науку можно охарактеризовать как:

а) способ познания мира,

б) отрасль культуры,

в) специальный институт (наличие академий, ВУЗов, лабораторий, НТО и т.д.), как профессиональная деятельность ученых, научных сотрудников;

г) процесс производства знаний и их использование;

д) важнейший фактор общественного развития.

В Большой Советской энциклопедии понятие **научное исследование** определяется следующим образом: «процесс выработки новых знаний, один из видов познавательной деятельности, который характеризуется объективностью, воспроизводимостью, доказательностью, точностью и имеет 2 уровня (типа) – эмпирический и теоретический».

Другое определение гласит, что научное исследование – это особый вид познавательной деятельности, отличающейся от стихийно-житейского познания и от познания в искусстве.

Отличительные особенности научного познания:

1. Наличие специальных методов исследования. Это, пожалуй, основной признак научного исследования и оно основано на научном методе.

1.а. Целенаправленный процесс, с четко сформулированными задачами.

2. Точность получаемых данных. Научные знания основаны на точно установленных фактах, благодаря наличию специальных методов исследования.

3. Воспроизводимость полученных результатов, означающая возможность повторно получить установленные данные, факты другими людьми в сходных условиях, т.е. по той же методике, какой пользовался исследователь, получивший эти данные.

4. Новизна получаемых результатов: новизна для общества, а не для отдельного человека. Должны быть получены такие результаты, которые ранее не были известны.

5. Характеризуется строгой доказательностью, последовательностью, обоснованностью сделанных выводов и обобщений.

Научное исследование – конкретная форма проведения научной работы, то есть изучение научными методами конкретного предмета (явления, процесса) с целью получения еще неизвестных о нем знаний и их дальнейшего полезного использования в практической деятельности людей. Научные исследования составляют основное содержание научной деятельности, именно в них рождаются новые знания, проверяются гипотезы, доказываются или отвергаются научные идеи и теории, делаются обобщения ранее выполненных исследований и ставятся задачи для дальнейшей научной и инженерной разработки.

Объектом научного исследования является материальная или идеальная система. *Предмет* – это структура системы, закономерности взаимодействия элементов внутри системы и вне ее, закономерности развития, различные свойства, качества и т.д.

Для науки характерны свои особые методы и структура исследований, язык, аппаратура и т.д. Учение о методе науки составляет особую область знания – методологию.

Методология – учение о структуре, логической организации, методах и средствах деятельности, как система принципов и способов организации научного исследования. Методологические знания выступают в форме предписаний и последовательности определенных видов деятельности.

В современной литературе под методологией обычно понимают, прежде всего, методологию научного познания, т.е. учение о принципах построения, формах и способах научно-познавательной деятельности. Методология характеризует объект научного исследования, предмет, задачи (проблемы), совокупность исследовательских средств, необходимых для конкретных

задач(и). Наиболее важными точками приложения методологии являются постановка проблемы (именно здесь происходят многие ошибки – «псевдопроблемы»), построение предмета научного исследования, проверка истинности полученных результатов, т.е. соответствия объекту изучения.

Методологический аппарат науки включает:

1. принцип организации и проведению научного исследования;
2. способы определения его стратегии – постановки проблемы, определение состава проблемы;
3. тактические средства методологии познания – методы научного исследования, аппаратура, приборы и т.д.
4. понятийно-категориальную систему научного исследования – определение проблемы, объекта, предмета научного исследования, гипотезы, цели, задачи научного исследования.

Каждому самостоятельному научному исследованию присуще своеобразие научных методов. Различают научный метод и метод науки.

Под **научным методом** понимают общепринятое представление о методе для решения данной задачи или проблемы.

Метод науки – особая организация познавательного цикла, всей структуры научной и познавательной деятельности. Это типичный способ получения нового знания, путь научного исследования.

По своему составу, метод науки представляет собой совокупность приемов или операций, которые осуществляет исследователь при изучении какого-либо объекта.

Метод науки в его единстве с *предметом исследования* составляет *научный подход* к изучаемой реальности. Существо научного подхода выражается в методологических принципах, т.е. установках, организующих направление и характер исследования. Тот или иной научный подход и методологические принципы реализуются в конкретных исследовательских методах. Исследовательский метод есть форма организации определенного способа познания, основным принципом которого является объективность. Требованиям объективности исследования отвечают методы внешнего наблюдения, эксперимента, теста и т.д.

Метод науки конкретизируется в исследовательских методиках. Методика отвечает конкретным целям и задачам исследования, содержит в себе описание объекта и процедуру изучения, способов фиксации и обработки полученных данных.

Схематически метод науки и ее общий познавательный цикл выглядит следующим образом, в виде последовательности: проблема (1) → процедура построения теоретических знаний → процедура установления соответствия между теоретическими и эмпирическими знаниями (экспериментальное исследование) → проблема (2) → проблема (i).

Существует и другая модель строения научного знания. Она предполагает движение по цепочке: установление эмпирических фактов → первичное эмпирическое обобщение → обнаружение отклоняющихся от

правила фактов → изобретение теоретической гипотезы с новой схемой объяснения → логический вывод (дедукция) из гипотезы всех наблюдаемых фактов, что является ее проверкой на истинность. Подтверждение гипотезы констатирует ее в теоретический закон. Закон – есть существенная, необходимая, устойчивая повторяющая связь явлений, т.е. нечто общее и всеобщее для того или иного фрагмента реальности. По такой схеме, считается, получаются научные знания.

Требования, предъявляемые к научному методу:

1. детерминированность метода, т.е. определенность, обусловленность как самого объекта, так и познавательной деятельности, которые связывают теоретические и экспериментальные методы в единое целое.

2. заданность метода – все компоненты метода(ов) должна соответствовать целям исследования.

3. результативность и надежность метода должны быть давать однозначный результат с высокой степенью вероятности.

4. воспроизводимость – результаты должны воспроизводиться неограниченное количество раз.

5. распознаваемость, обучаемость – любой пользователь мог воспользоваться методом при соответствующей подготовке.

6. экономичность – (немаловажный фактор в настоящее время) – создание, использование метода должно быть меньше величины окупаемости результатов.

В процессе научного исследования можно отметить следующие этапы:

- возникновение идей;
- формирование понятий, суждений;
- выдвижение гипотез;
- обобщение научных фактов;
- доказательство правильности гипотез и суждений.

Научная идея – интуитивное объяснение явления без промежуточной аргументации, без осознания всей совокупности связей, на основании которой делается вывод. Свою специфическую материализацию идея находит в гипотезе.

Гипотеза (от греч. *hypothesis* – основание, предположение) - это предположение о причине, которая вызывает данное следствие. Если гипотеза согласуется с наблюдаемыми фактами, то в науке ее называют *теорией*, или *законом*.

Закон - внутренняя существенная связь явлений, обуславливающая их необходимое закономерное развитие. Закон выражает определенную устойчивую связь между явлениями или свойствами материальных объектов.

Парадокс (в широком смысле) – это утверждение, резко расходящееся с общепринятым, установившимся мнением, отрицание того, что представляется «безусловно правильным».

1.2 Общенаучные методы познания

Методы научного познания. Общенаучные методы. Эмпирический, теоретический, мегатеоретический уровни познания

1.2.1 Эмпирический уровень

Методы научного познания. Понятие метод (от греческого – «μέθοδος» – путь к чему-либо) означает совокупность приемов и операций практического и теоретического освоения действительности.

Методы научного познания принято подразделять по степени их общности, т.е. по широте применимости в процессе научного исследования.

Принципиальная схема методов научного познания выглядит следующим образом:

I. Всеобщие методы

1. Диалектический метод

2. *Метафизический метод*

II. Общенаучные методы

1. Эмпирический уровень

1.1 Наблюдение

1.2 Эксперимент

1.3 Измерение

2. Теоретический уровень

2.1 Абстрагирование

2.2 Идеализация

2.3 Формализация

2.4 Индукция и дедукция

2а. Мег(т)атеоретический уровень

Теоретический уровень познания (пункты 2.1–2.4) совместно с методом системного анализа

3. Общенаучные методы, применяемые на эмпирическом и теоретическом уровнях

3.1. Анализ и синтез

3.2. Аналогия и моделирование

III. Частнонаучные методы

Всеобщих методов в истории познания известно два: *диалектический* и *метафизический.* Это общефилософские методы. Метафизический метод с середины XIX века начал все больше и больше вытесняться из естествознания диалектическим методом.

Научная деятельность в наше время избавлена от идеологического диктата (по крайне мере в экспериментальных исследованиях). В основу ее

полдожены критерии объективности, соответствия истине, исторической правде, а также моральные критерии.

Вторую группу методов познания составляют общенаучные методы, которые используются в самых различных областях науки, т. е. имеют весьма широкий спектр применения. Классификация общенаучных методов тесно связана с понятием уровней научного познания.

Различают два уровня научного познания: *эмпирический* и *теоретический.* Одни общенаучные методы применяются только на эмпирическом уровне (абстрагирование, наблюдение, эксперимент, измерение), другие – только на теоретическом (идеализация, формализация), а некоторые (например, моделирование) – как на эмпирическом, так и на теоретическом уровнях.

Эмпирический уровень научного познания характеризуется непосредственным исследованием реально существующих, чувственно воспринимаемых объектов. На этом уровне осуществляется процесс накопления информации об исследуемых объектах, явлениях путем проведения наблюдений, выполнения разнообразных измерений, постановки экспериментов. Здесь производится также первичная систематизация получаемых фактических данных в виде таблиц, схем, графиков и т. п. Кроме того, на данном уровне научного познания – как следствие обобщения научных фактов – возможно формулирование некоторых эмпирических закономерностей.

Теоретический уровень научного исследования осуществляется на рациональной (логической) ступени познания. На данном уровне происходит раскрытие наиболее глубоких, существенных сторон, связей, закономерностей, присущих изучаемым объектам, явлениям. Теоретический уровень – более высокая ступень в научном познании. Результатами теоретического познания становятся гипотезы, теории, законы.

Эти два уровня нельзя отрывать друг от друга и противопоставлять. Они взаимосвязаны между собой. Эмпирический уровень выступает в качестве основы, фундаментом теоретического. Гипотезы и теории формируются в процессе теоретического осмысления научных фактов, статистических данных, получаемых на эмпирическом уровне. К тому же теоретическое мышление неизбежно опирается на чувственно-наглядные образы (в том числе схемы, графики), с которыми имеет дело эмпирический уровень исследования. В свою очередь, эмпирический уровень научного познания не может существовать без достижений теоретического уровня. Эмпирическое исследование обычно опирается на определенную теоретическую конструкцию, которая определяет направление этого исследования, обуславливает и обосновывает применяемые при этом методы.

К третьей группе методов научного познания относятся методы, используемые только в рамках исследований какой-то конкретной науки или какого-то конкретного явления. Такие методы именуются **частнонаучными**.

Каждая частная наука (биология, химия, геология и т. д.) имеет свои специфические методы исследования.

При этом частнонаучные методы, как правило, содержат в различных сочетаниях те или иные общенаучные методы познания. Характер сочетания их зависит от условий исследования, природы изучаемых объектов. В частнонаучных методах могут присутствовать наблюдения, измерения, индуктивные или дедуктивные умозаключения и т. д.

Таким образом, частнонаучные методы не оторваны от общенаучных. Они тесно связаны с ними, включают в себя специфическое применение общенаучных познавательных приемов для изучения конкретной области объективного мира.

Частнонаучные методы связаны и со всеобщим диалектическим методом, который как бы преломляется через них. Например, всеобщий диалектический принцип развития проявился в биологии в виде открытого Ч. Дарвином естественноисторического закона эволюции животных и растительных видов.

Любой метод сам по себе еще не предопределяет успеха в познании тех или иных сторон материальной действительности. Важно еще умение правильно применять научный метод в процессе познания.

Общенаучные методы эмпирического познания составляют научное наблюдение, эксперимент и измерение.

Наблюдение есть чувственное (преимущественно - визуальное) отражение предметов и явлений внешнего мира. Это - исходный метод эмпирического познания, позволяющий получить некоторую первичную информацию об объектах окружающей действительности.

Научное наблюдение (в отличие от обыденного, повседневных наблюдений) характеризуется рядом особенностей:

- целенаправленностью (наблюдение должно вестись для решения поставленной задачи исследования, а внимание наблюдателя фиксироваться только на явлениях, связанных с этой задачей);
- планомерностью (наблюдение должно проводиться строго по плану, составленному исходя из задачи исследования);
- активностью (исследователь должен активно искать, выделять нужные ему моменты в наблюдаемом явлении, привлекая для этого свои знания и опыт, используя различные технические средства наблюдения).

Научные наблюдения всегда сопровождаются описанием объекта познания. Это необходимо для фиксирования тех свойств, сторон изучаемого объекта, которые составляют предмет исследования. Описания результатов наблюдений образуют эмпирический базис науки, опираясь на который исследователи создают эмпирические обобщения, сравнивают изучаемые объекты по тем или иным параметрам, проводят классификацию их по каким-то свойствам, характеристикам и т.п.

Почти каждая наука проходит указанную первоначальную «описательную» стадию развития. Важно, чтобы понятия, используемые для описания, всегда имели четкий и однозначный смысл.

Наблюдение как метод познания более или менее удовлетворяло потребности наук, находившихся на описательно-эмпирической ступени развития. Дальнейший прогресс научного познания был связан с переходом многих наук к следующей, более высокой ступени развития, на которой наблюдения дополнялись экспериментальными исследованиями, предполагающими целенаправленное воздействие на изучаемые объекты.

По способу проведения наблюдения могут быть *непосредственными* и *опосредованными*. При непосредственном наблюдении те или иные свойства, стороны отражаются, воспринимаются органами чувств человека. Часто наблюдение может быть и опосредованным, т.е. с использованием тех или иных технических средств. Наблюдения могут нередко играть важную эвристическую роль в научном познании.

Из вышесказанного следует, что наблюдение является весьма важным методом эмпирического познания, обеспечивающим сбор обширной информации об окружающем мире.

Эксперимент – более сложный метод эмпирического познания по сравнению с наблюдением. Он предполагает активное, целенаправленное и строго контролируемое воздействие исследователя на изучаемый объект для выявления и изучения тех или иных его сторон, свойств, связей. При этом экспериментатор может преобразовывать исследуемый объект, создавать искусственные условия для его изучения, вмешиваться в естественное течение процессов.

В наблюдениях же отсутствует деятельность, направленная на преобразование, изменение объектов познания. Это обусловливается рядом обстоятельств: недоступностью этих объектов для практического воздействия (например, наблюдения удаленных космических объектов), нежелательностью, исходя из целей исследования, вмешательства в наблюдаемый процесс (фенологические, психологические и др. наблюдения), отсутствием технических, энергетических, финансовых и иных возможностей постановки экспериментальных исследований.

Эксперимент включает в себя другие методы эмпирического исследования (наблюдение, измерение). В то же время он обладает рядом важных, присущих только ему особенностей.

Во-первых, эксперимент позволяет изучать объект в «очищенном» виде, т. е. устранять всякого рода побочные факторы, наслоения, затрудняющие процесс исследования. Например, проведение некоторых экспериментов требует специально оборудованных помещений, защищенных (экранированных) от внешних электромагнитных воздействий на изучаемый объект.

Во-вторых, в ходе эксперимента объект может быть поставлен в некоторые искусственные, в частности, экстремальные условия, т. е. изучаться

при сверхнизких температурах, при чрезвычайно высоких давлениях или, наоборот, в вакууме, при огромных напряженностях электромагнитного поля и т.п. В таких искусственно созданных условиях удается обнаружить удивительные, порой неожиданные свойства объектов и тем самым глубже постигать их сущность.

В-третьих, изучая какой-либо процесс, экспериментатор может вмешиваться в него, активно влиять на его протекание.

В-четвертых, важным достоинством многих экспериментов является их воспроизводимость. Это означает, что условия эксперимента, а соответственно, и проводимые при этом наблюдения, измерения могут быть повторены столько раз, сколько это необходимо для получения достоверных результатов.

Таким образом, научный факт, полученный в результате исследования, представляет собой результат обобщения совокупности выводов, основанных на наблюдениях и измерении характеристик исследуемого объекта при предсказании их в виде гипотезы.

Измерение. Большинство научных экспериментов и наблюдений включает в себя проведение разнообразных *измерений*. Измерение – это процесс, заключающийся в определении количественных значений тех или иных свойств, сторон изучаемого объекта или явления с помощью специальных технических устройств.

Важной стороной процесса измерения является методика его проведения. Она представляет собой совокупность приемов, использующих определенные принципы и средства измерений. Под принципами измерений в данном случае имеются в виду какие-то явления, которые положены в основу измерений (например, измерение температуры с использованием термоэлектрического эффекта).

Наличие субъекта (исследователя), производящего измерения, не всегда является обязательным. Он может и не принимать непосредственного участия в процессе измерения, если измерительная процедура включена в работу автоматической информационно-измерительной системы. Последняя, строится на базе электронно-вычислительной техники. Причем с появлением сравнительно недорогих микропроцессорных вычислительных устройств в измерительной технике стало возможным создание «интеллектуальных» приборов, в которых обработка данных измерений производится одновременно с чисто измерительными операциями.

Результат измерения получается в виде некоторого числа единиц измерения. *Единица измерения* – это эталон, с которым сравнивается измеряемая сторона объекта или явления (эталону присваивается числовое значение «1»). Существует множество единиц измерения, соответствующее множеству объектов, явлений, их свойств, сторон, связей, которые приходится измерять в процессе научного познания. При этом единицы измерения подразделяются на *основные,* выбираемые в качестве базисных при

построении системы единиц, и *производные,* выводимые из других единиц с помощью каких-то математических соотношений.

Вопрос об обеспечении единообразия в измерении величин, отражающих те или иные явления материального мира, всегда был очень важным. Отсутствие такого единообразия порождало существенные трудности для научного познания.

Например, до 1880 г. включительно не существовало единства в измерении электрических величин: использовалось 15 различных единиц электрического сопротивления, 8 единиц электродвижущей силы, 5 единиц электрического тока и т. д. Сложившееся положение сильно затрудняло сопоставление результатов измерений и расчетов, выполненных различными исследователями. Остро ощущалась необходимость введения единой системы электрических единиц. Такая система была принята первым международным конгрессом по электричеству, состоявшимся в 1881 году.

В настоящее время в естествознании действует преимущественно Международная система единиц (СИ), принятая в 1960 г. XI Генеральной конференцией по мерам и весам. Международная система единиц построена на базе семи основных (метр, килограмм, секунда, ампер, кельвин, кандела, моль) и двух дополнительных (радиан, стерадиан) единиц. С помощью специальной таблицы множителей и приставок можно образовывать кратные и дольные единицы (например, с помощью множителя 10^{-3} и приставки «милли» к наименованию любой из названных выше единиц измерения можно образовывать дольную единицу размером в одну тысячную от исходной).

Международная система единиц физических величин является наиболее совершенной и универсальной из всех существовавших до настоящего времени. Она охватывает физические величины механики, термодинамики, электродинамики и оптики, которые связаны между собой физическими законами.

С прогрессом науки продвигается вперед и измерительная техника. Наряду с совершенствованием существующих измерительных приборов, работающих на основе традиционных, утвердившихся принципов (замена материалов, из которых сделаны детали прибора, внесение в его конструкцию отдельных изменений и т.д.), происходит переход на принципиально новые конструкции измерительных устройств, обусловленные новыми теоретическими предпосылками. В последнем случае создаются приборы, в которых находят реализацию новые научные достижения.

Хорошо развитое измерительное приборостроение, разнообразие методов и высокие характеристики средств измерения способствуют прогрессу в научных исследованиях. В свою очередь, решение научных проблем часто открывает новые пути совершенствования самих измерений.

1.2.2 Теоретический уровень

Теоретический уровень познания осуществляется на рациональной (логической ступени познания) и связан с объяснением и обобщением фактов, созданием новых теорий, выдвижением гипотез, открытием новых законов, а также предсказанием новых фактов в рамках этих теорий. С их помощью вырабатывается научная картина мира, что важно для осуществления мировоззренческой функции науки.

Прямо перейти с эмпирического на теоретический уровень познания нельзя. Промежуточной ступенью научного познания является *гипотеза*, выдвигающаяся для объяснения совокупности каких-то фактов и явлений. Огромную роль играет интуиция, талант, которые отличают настоящих ученых. Интуиция важна так же, как и логика.

В случае своего подтверждения гипотеза становится *теорией*. Для этого необходимо вновь вернуться на эмпирический уровень познания. Перейти от эмпирического к теоретическому уровню можно только скачком, используя воображение и интуицию. На этих уровнях познания используются разные методы, а также у них разные объекты исследования: на эмпирическом уровне – объекты реального мира, на теоретическом уровне – научные понятия, абстрактные и идеальные объекты.

Теоретический уровень познания представлен такими понятиями, как абстрагирование, идеализация, формализация, индукция, дедукция. Или другими словами, если на эмпирическом уровне работают наши глаза, уши, руки, то на теоретическом уровне познания работают мозг, наши мысли в виде абстракций.

Абстрагирование. Процесс познания всегда начинается с рассмотрения конкретных, чувственно-воспринимаемых предметов и явлений. Из методов теоретического исследования – восхождение от абстрактного к конкретному представляет собой всеобщую форму движения научного познания. Процесс познания как бы делится на 2 этапа:

- происходит переход от чувственно - конкретного, от конкретного в действительности к его абстрактным определениям. Единый объект расчленяется, описывается при помощи множества понятий. Он как бы «испаряется» превращаясь в совокупность зафиксированных мышлением абстракций.
- процесс познания и есть восхождение от абстрактного к конкретному. Движение мысли от абстрактной мысли к конкретной. На этом этапе как бы восстанавливается исходная целостность объекта, он воспроизводится во всей своей многогранности – но уже в мышлении.

Идеализация. Мысленная деятельность исследователя в процессе научного познания включает в себя особый вид абстрагирования, который называют идеализацией. Идеализация представляет собой мысленное внесение определенных изменений в изучаемый объект в соответствии с целями

исследований. В результате таких изменений могут быть, например, исключены из рассмотрения какие-то свойства, стороны, признаки объектов.

Изменения объекта путем наделения его какими-то особыми свойствами, в реальной действительности которые не осуществить. Примером может служить введенная путем идеализации в физику абстракция, известная под названием абсолютно черного тела, черный ящик.

Целесообразность использования идеализации определяется следующими обстоятельствами:

- во-первых, идеализация целесообразна тогда, когда подлежащие исследованию реальные объекты достаточно сложны для имеющихся средств теоретического анализа.

- во-вторых, когда необходимо исключить некоторые свойства, связи исследуемого объекта, без которых он существовать не может, но которые затемняют существо протекающих в нем процессов. Сложный объект представляется как бы в «очищенном» виде, что облегчает его изучение.

- в-третьих, идеализация целесообразна тогда, когда исключаемые из рассмотрения свойства, связи не влияют в рамках данного исследования на его сущность.

Идеализация допускает элемент чувственной наглядности в реализации мысленного эксперимента. Мысленный эксперимент предполагает оперирование идеализированным объектом, которое заключается в мысленном подборе тех или иных положений, ситуаций, позволяющих обнаружить какие-то важные особенности исследуемого объекта. Мысленный эксперимент выступает в роли предварительного идеального плана реального эксперимента. В научном познании могут быть случаи, когда при исследовании некоторых явлений, ситуаций, проведение реальных экспериментов оказывается вообще невозможным. Этот пробел в познании может восполнить только мысленный эксперимент (например, экологические эксперименты глобального масштаба).

Формализация. Понимается как особый подход в научном познании, который заключается в использовании специальной символики, позволяющей отвлечься от изучения реальных объектов, от содержания описывающих их теоретических положений и оперировать вместо этого некоторым множеством символов (знаков). Примером формализации может служить математическое описание различных объектов**.** Достоинство формализации – исследование без обращения к объекту (оперирование знаком, обеспечение краткости и четкости записи научной информации).

Индукция – как метод познания – получение общего вывода на основании частных посылок, т.е. движение мысли от частного к общему, д**едукция –** получение частных выводов на основе знания общих положений, т.е. движение мышления от общего к частному.

Мег(т)атеоретический уровень познания включает в себя, методы теоретического познания совместно с методом системного анализа. Эти методы используются для изучения наиболее сложных объектов.

В структуре любого научного знания выделяют эмпирический, теоретический и мег(т)атеоретический уровень, или **парадигмальное** знание. Научные теории создаются в рамках определенной парадигмы, зависят от стандартов и норм, которые она задает. Именно поэтому научные теории, сформулированные в разных парадигмах, или базирующиеся на разных метатеоретических основаниях, не могут быть сопоставлены друг с другом.

Факты всегда стремятся объяснить с помощью гипотез и теорий. Среди них в каждой определенный период выдвигается наиболее общая или фундаментальная теория, которая служит *парадигмой,* или образцом для объяснения фактов известных и предсказания фактов неизвестных.

Понятие парадигмы, которое ввел американский ученый Томас Кун (1922-1996) для анализа научных революций, подчеркивает важную их особенность – смену прежней парадигмы новой, переход к более общей и глубокой теории, исследуемых процессов.

Мет(г)атеоретический уровень познания выполняет нормативную функцию, предопределяя теоретические выводы и через них влияя на эмпирические исследования. Знание на этом уровне выражается в виде норм и принципов, утверждающих нечто о самой научной теории.

Выделяют следующие элементы в структуре метатеоретического уровня:

- стиль мышления – идеалы и нормы научного исследования;
- картина мира – общие представления о мире, выступающие как программа эмпирического и теоретического исследования;
- философские основания – идеи и принципы, обосновывающие идеалы и нормы научности, обеспечивающие согласованность научных результатов с мировоззренческими представлениями эпохи.

Выделение метатеоретического уровня познания представляется необходимым для понимания особенностей функционирования науки. Это именно тот уровень знания, на котором наука встречается с философией. Философские положения и принципы играют определяющую роль в формировании исторически изменчивых стандартов и критериев научности и рациональности.

Метод системного анализа – это метод, в основу которого положены процедуры мысленного или реального расчленения предмета на составляющие его части и их отдельное изучение. Эта процедура ставит своей целью переход от изучения целого к изучению его частей и осуществляется путем абстрагирования от связи этих частей друг с другом. Системный анализ не есть какой-то математический метод. Это стратегия научного поиска. В 30–40 годах 20-го столетия в решении сложных биологических процессов успешно был применен системный подход австрийским ученым Берталанфи. Системный анализ таким образом организует наши знания об объекте, что облегчает выбор нужной стратегии или предсказания результатов при принятии определенного решения.

Основные принципы системы: целостность, свойство эмерджентности, свойство иерархичности, принцип взаимозависимости.

Системный анализ складывается из основных четырех этапов:
1. постановка задачи;
2. определение границ изучаемой системы;
3. составление математической модели;
4. анализ полученной модели.

Общенаучные методы, такие как анализ, синтез, аналогия, моделирование применяются с одинаковым успехом на эмпирическом и теоретическом уровнях.

Под **анализом** понимается разделение объекта (мысленно или реально) на составные части с целью изучения. В случае **синтеза**, после изучения отдельных составляющих частей переходят к изучению объекта как единого целого.

Под **аналогией** понимается подобие, сходство каких-то свойств, признаков или отношений у различных в целом объектов. Выводы по аналогии делаются на основании того, что непосредственному изучению подвергается один объект, а вывод делается о другом объекте. Поэтому вывод по аналогии в самом общем смысле можно определить как перенос информации с одного объекта на другой. При этом первый объект, который собственно и подвергается исследованию, именуется **моделью**, а другой объект, на который переносится информация, полученная в результате исследования первого объекта (модели), называется **оригиналом**. Различают мысленное, физическое моделирование, символическое (знаковое) моделирование и численное моделирование на персональных компьютерах.

Численное моделирование особенно важно там, где не совсем ясна физическая картина изучаемого явления, не понятен внутренний механизм взаимодействия. Путем расчетов различных вариантов ведется накопление фактов, что дает возможность, в конечном счете, произвести отбор наиболее реальных и вероятных ситуаций. Активное использование методов численного моделирования позволяет резко сократить сроки научных и конструкторских разработок.

1.3 Современные тенденции развития научной мысли

Синергетика. Флуктуация. Бифуркация

Естествознание в XVIII – XIX веках развивалось в соответствии с двумя основными принципами. *Первый* из них – об однозначности причинно-следственных связей (принцип детерминизма), с которыми связаны основные успехи в описании физических процессов, решения задач теоретической механики и т.д. *Второй* важнейший принцип современной науки – ее основанность на эксперименте. При этом общепризнанно, что предметом научного исследования могут быть только явления и процессы, полностью воспроизводимые в лабораторных условиях.

Однако развитие наук о жизни и, в первую очередь, экологии показало ограниченность подобных однозначных (линейных) представлений о мире. Выяснилось, что для всех сложных природных систем характерны свойства, описываемые лишь с помощью нелинейных моделей, для которых естественны ограниченность решений, колебательные и мультистационарные режимы, квазистохастические пространственное и временное поведение, т.е. необходима замена парадигмы.

Парадигма (от греч. παράδειγμα – пример, образец), строго говоря, научная теория, воплощенная в системе понятий или исходная концептуальная схема, господствующая в течение определенного исторического периода в научном обществе.

В последние десятилетия естественные науки интенсивно развивают представления глобального эволюционизма. Вселенная рисуется динамичной, эволюционизирующей не монотонно, а через кризисные состояния, катастрофы, **бифуркации** (от лат. *bis* – дважды, *furcatus* – разделенный, само понятие – вилообразное раздвоение, разветвление), сменяющееся периодами запрограммированного развития. Традиционно природа представлялась в значительной мере стабильной и детерминированной (определенной, обусловленной), а кризисные состояния играли роль нарушений в закономерном развитии и течении жизни. Современная картина мира определяет кризисные состояния как необходимую составляющую вечного развития материи.

В сущности, биология и экология никогда не соответствовали парадигме линейного мышления. Современные нелинейные модели были разработаны для описания и объяснения в первую очередь процессов в живой природе. Индивидуальность и разнообразие живых систем, и нередко невоспроизводимость сложных биологических экспериментов, сегодня очевидны. Это новое направление называют современной *парадигмой нелинейного мышления*. Ее суть в том, что все процессы в живой природе и большинство процессов в неживой описывают нелинейные уравнения.

Действительно живые системы являются открытыми по веществу и энергии и удалены от состояния термодинамического равновесия. Нелинейность их поведения объясняется тем, что, например, процессы роста популяции в зависимости от условий могут приводить к различным последствиям. Наконец, анализ демографических данных показывает, что развитие человечества идет столь нелинейно, что численность растет даже быстрее, чем экспоненциально. Математическая модель (С.П. Курдюмов и С.П. Капица) этого процесса, характеризуется как режим «с обострением» или как взрывоподобную ситуацию, ведущую к **коллапсу** (угрожающее жизни состояние, от лат. *collãpsus* – ослабевший, уставший), с непредсказуемыми последствиями. Современное естествознание пришло к выводу, что неоднозначность и неустойчивость начальных условий есть естественное состояние природных систем. Одна из главных современных проблем нелинейной динамики состоит в том, чтобы разработать методы изучения

подобных систем, критерии и условия их упорядочения. Таким образом, невоспроизводимые явления также могут быть объектом научного исследования.

Решения, найденные природой за миллионы лет, оптимальны и имеют громадную ценность. Попытки перекроить природу в угоду потребностям человека в конечном итоге приводят к созданию искусственных экосистем с энергетической эффективностью гораздо меньшей, чем природных.

Необходимость изучения и описания систем с нелинейным поведением или с нелинейной динамикой в начале 70-х годов 20-го столетия привело к возникновению особого междисциплинарного направления научных исследований, сформулировавшегося в комплексную науку – **синергетику** (в 1994 году немецким физиком Г. Хакен – «совместный», «согласование действий»). Новая наука изменила представление о мире. Синергетика по-новому взглянула на процессы развития. Развитие в синергетике понимается как процесс становления качественно нового, того, что еще не существовало в природе и предсказать которое невозможно. Синергетика исследует процессы самоорганизации в системах различной природы, и прежде всего в живых. Под самоорганизацией понимают процессы возникновения пространственно-временных структур в сложных нелинейных системах, находящихся в состояниях, далеких от равновесия, при достижении ими особых критических точек – *точек бифуркации***.** В этих случаях поведение живых систем становится неустойчивым. В точках бифуркации система под воздействием незначительных **флуктуаций** (случайных отклонений какого-либо фактора) может резко изменить свое состояние. В эти переломные моменты принципиально невозможно предсказать, в каком направлении будет происходить дальнейшее развитие: станет ли система хаотичной или она перейдет на новый, более высокий уровень организации. Система как бы колеблется перед выбором одного из нескольких путей эволюции. Небольшая *флуктуация* может послужить в этой точке началом эволюции в совершенно новом направлении. Поэтому невозможно точно предсказать какой путь эволюции выберет система за порогом бифуркации.

Аттрактор – (от лат. *attrahere* – притягивать, привлекать**) –** одно из ключевых в синергетике понятий, которое означает относительно стабильное состояние, как бы притягивающее к себе все множество возможных состояний системы, задаваемых начальными условиями.

Другое ключевое понятие синергетики – **параметры порядка** – немногочисленные параметры, через поведение которых можно описать поведение сложной системы. Такими параметрами порядка в экологии биосферы являются, во-первых, установившиеся за миллионы лет круговороты биогенов, а во-вторых, энергетические связи в масштабах всей Земли, которые образуют цикл от первичных продуцентов до деструкторов. Причем, глобальный круговорот демонстрирует наличие не просто кольца связей, а разветвленной сети из огромного количества разнообразных подсистем. Этим и объясняется устойчивость всей системы в целом.

В современной биологии доказано, что чем более устойчива система, т.е. чем разнообразнее ее элементы (принцип биоразнообразия в экологии), тем больше вероятность того, что система (биосфера Земли) не подвергнется окончательному (катастрофическому) разрушению по какой-либо причине.

Состояние неустойчивости, характеризующее чувствительную к флуктуациям систему необходимо для любого процесса развития, ибо смена точек бифуркации и периодов более или менее устойчивого развития есть природная закономерность. Она лежит в основе эволюции биосферы, процессы онтогенеза организмов, так и социального развития общества.

Исключение критических возмущений важно не только для исключения фатального антропогенного воздействия, но и для предотвращения опасного сочетания возмущений, т.к. для биосферы в ответ на сочетание многих воздействий характерны синергетические эффекты. Техногенные воздействия на природу медленно, но верно изменяют природные свойства: снижая видовое разнообразие, уменьшает диапазон толерантности.

Антропогенный фактор, вызываемый разрушение биосферы, является **флуктуацией,** вызванной популяционным взрывом. Система «общество-природа» по теории И.Р. Пригожина (наш бывший соотечественник, Нобелевский лауреат), достигнув точки бифуркации, должна будет перестроиться. Бифуркация, это толчок к развитию биосферы по-новому. Вероятнее всего, биосфера продолжит свое развитие. Однако место и роль человека при этом непредсказуема. **В интересах современного человека – не доводить дело до крайности (до точек бифуркации)**, а постараться **сохранить биосферу** в современном **привычном человеку состоянии**.

До последнего времени процесс переустройства планетарной экологической ниши человека был связан в его сознании с достижениями науки, производством новых товаров, резким повышением среднего уровня жизни людей. Сегодня же мы непосредственно сталкиваемся с необходимостью практического решения проблемы ресурсов, ответственности народов и цивилизаций за свою будущую судьбу. Борьба за материальные ресурсы неизбежна и она уже идет во всю (примеры, агрессия США в Иране, Афганистане под видом борьбы с терроризмом – это всего лишь прикрытие истинных целей, ради которых ведутся эти военные действия; установление титанового флага России на Северном полюсе и т.д.). Решение проблемы ресурсов и реализация экологического императива поведения людей тесно связаны между собой: это две стороны одной медали. Они в равной степени определяют содержание кризиса и возможность сохранения человека в составе биосферы, т.е. его выживание на планете. Все эти приведенные доводы лишний раз подчеркивают сложность экологических проблем, ответственность принимаемых решений и должны учитываться при планировании научных исследований.

Вопросы самопроверки

1. Дайте определение науки
2. Дайте определение научным исследованиям
3. Какие существуют отличительные особенности науки?
4. Какие существуют методы познания?
5. Назовите основные понятия по методам познания
6. Чем отличается научное познание от обыденно-бытового?
7. Особенности эмпирического уровня познания
8. Особенности теоретического уровня познания
9. Что такое методология исследования?
10. Что такое метод науки?
11. Что такое научный метод?

ГЛАВА 2. ОРГАНИЗАЦИЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Классификация научных исследований. Организация научных исследований в РФ. Реализация государственных научных программ. Федеральные целевые программы. РАН. АН РБ. Российский фонд фундаментальных исследований (РФФИ). Российский гуманитарный научный фонд (РГНФ.)

2.1 Классификация научных исследований

Несмотря на сложность вопросов, решаемых научными исследованиями, относящихся редко к одной из наук, тем не менее, по чисто формальным признакам их **классифицируют**:

1. по видам:

связи с общественным производством;

▪ направлены на создание новых технологических процессов, машин, конструкций, повышение эффективности, организации производства и т.д;

по степени важности для народного хозяйства;

▪ по заданиям министерств и ведомств;

▪ исследования, выполняемые по плану (инициативе) научно-исследовательских организаций.

2. по целевому назначению:

2.1 ***фундаментальные;***

▪ фундаментальные исследования направлены на открытие и изучение новых явлений и законов природы. Их цель – расширение научного знания, установление того, что может быть использовано в практической деятельности человека. Такие исследования ведутся на границе известного и неизвестного, обладают наибольшей степенью неопределенности.

Национальным научным фондом США дано такое определение понятия фундаментального исследования: - это часть научно-исследовательской деятельности, направленная на пополнение общего объема теоретических знаний. Они не имеют заранее определенных коммерческих целей, хотя и могут осуществляться в областях, интересующих или способных заинтересовать в будущем бизнесменов-практиков.

Фундаментальные исследования являются основой инновационного процесса. Фундаментальные исследования имеют приоритетное значение в инновационной деятельности, так как выступают в качестве генератора идей.

Фундаментальная наука занимается исключительно приращением нового знания, прикладная - только приложением апробированного знания. Добывание нового знания - это авангард науки, апробация нового знания - ее арьергард, т.е. обоснование и проверка однажды добытых знаний.

2.2 ***прикладные;***

▪ прикладные исследования направлены на нахождение способов использования законов природы для создания новых и совершенствования существующих средств и способов человеческой деятельности. Цель – установление того, как можно использовать научные знания, полученные в результате фундаментальных исследований, в практической деятельности человека.

Прикладные (п. 2.2.) исследования в свою очередь подразделяются на:

2.2.1 *поисковые:* направлены на установление факторов, влияющих на объект, отыскание путей создания новых технологий и техники на основе способов, предложенных фундаментальными исследованиями;

2.2.2 *научно-исследовательские:* создаются новые технологии, опытные установки, приборы и т.п;

2.2.3 *опытно-конструкторские:* подбор конструктивных характеристик, определяющих логическую основу конструкции.

В прикладном исследовании совершенно иные критерии эффективности. Если в фундаментальном исследовании показателем его успешности могут быть ссылки на него в научных журналах («индекс цитирования»), награждение его автора научной премией или присуждение ему ученой степени, то в прикладном исследовании таким критерием является лишь одно – решение конкретной задачи, поставленной заказчиком.

В условиях рынка, рыночных отношений, прикладная наука, усилила свою роль как коммерческая наука, которая стала играть роль чуть ли не главного двигателя всей мировой экономической машины. Первой в своё время это поняла и использовала Япония. Не имея ни полезных ископаемых, ни плодородной земли, Япония сделала ставку на коммерческую науку как основной источник развития всей национальной экономики. Несмотря на довольно большой риск, она выиграла и оправдала свой поступок. Благодаря этому она осуществила фантастический рывок в своём экономическом и социальном развитии, став одним из признанных лидеров современного постиндустриального мира. Если взять показатель "индекс инноваций",- характеризующий уровень взаимодействия науки и бизнеса и скорость внедрения научных разработок в экономику, то мировыми лидерами являются США, Тайвань, Финляндия, Швеция и Япония, Израиль - на шестом месте, Германия - на десятом, Великобритания - на 14-м, Франция - на 18-ом. Россия занимает 34-е место. Из постсоветских государств по этому критерию лидирует Латвия- 26-е место, а Украина занимает 38-е место.

2.3 ***разработки:*** в результате фундаментальных и прикладных исследований формируется новая научная и научно-техническая информация.

Целенаправленный процесс преобразования такой информации в форму, пригодную для освоения в промышленности, называемой **разработкой.** Конечной целью разработки является подготовка материалов прикладных исследований к внедрению.

3. в зависимости от источника финансирования:

3.1 *госбюджетные:* из средств государственного бюджета;

3.2 *хоздоговорные:* финансовые источники организаций – заказчиков (производственные и научно-исследовательские);

3.3 *внебюджетные* (государственно – частное партнерство);

3.3а *венчурное финансирование:* поддержка малых инновационных идей и проектов со стороны инвестора или *венчурного фонда* (последнее в РФ только начинает формироваться).

Особенностью венчурного финансирования фундаментальных исследований и разработок как первой, важнейшей стадии инновационного процесса является необходимость присутствия в структуре венчурного фонда специалистов высокой научной квалификации и научной интуиции, способных оценить перспективность того или иного нового направления развития исследований и необходимость в них в экономике. Подготовка этих специалистов с широким научным кругозором требует отдельных значительных затрат в поиске талантливых кадров.

3.4 *нефинансируемые (по частной инициативе)*.

4. по длительности ведения исследования:

4.1 *краткосрочные*;

4.2 *долгосрочные* (1,5,10, 25 лет и т.д.).

Каждую научно-исследовательскую работу можно отнести к определенному направлению: техническому, биологическому, историческому, науке о Земле и т.д. Структурными направлениями научных исследований являются комплексные проблемы, темы. Комплексная проблема – совокупность проблем, объединенных единой целью. Проблемы могут быть общие и специфические. К общим, можно отнести проблемы общенаучные, общенародные. К общенародным проблемам относятся: внедрение малоотходных и безотходных, энерго-, материалосберегающих технологических процессов и т.д.

В России отсутствует четкое определение «государственного сектора науки», что не позволяет раскрыть его функциональное назначение как системы, обеспечивающей реализацию государственных задач в сфере научно-технического развития. Тем не менее условная классификация государственного сектора науки России может быть представлена в следующем виде:

- **академический сегмент** (Российская академия наук и другие государственные академии) обеспечивают проведение блока фундаментальной науки;

- **отраслевой (прикладной) сегмент**, включающий Государственные научные центры (ГНЦ), Научно – исследовательские центры (НИЦ) и отдельные научно – исследовательские институты (НИИ), не имеющие статуса, задачей которых является проведение взаимоувязанного комплекса фундаментальных, прикладных исследований и разработок, максимально ориентированных на использование в реальном секторе хозяйства;

- **вузовский сегмент** - проведение в основном фундаментальных и прикладных исследований, главным образом для нужд образования.

Это интересно

В США наука делается в исследовательских университетах. Притом частные университеты – наравне с государственными – получают финансирование из бюджета страны, но на конкурентной основе. Например, так устроены гранты NSF (National Science Foundation) – независимое агентство при правительстве США, отвечающее за развитие науки. Подобные функции в России исполняет РФФИ (Российский фонд фундаментальных исследований) – самоуправляемая государственная некоммерческая организация в форме федерального учреждения, находящегося в ведении правительства Российской Федерации.

В США финансирование науки отражает представления и потребности общества. Те, кому довелось работать в советской Академии наук, не привыкли работать на конкурсной основе.

Частные университеты Америки находятся в постоянном поиске финансирования. Потенциального донора надо не только найти, но и заинтересовать, пытаясь всячески разрекламировать себя и доказать свою полезность обществу. Например, представителю какой-то компании сообщить, что факультет произвел что-то, что впоследствии сократит издержки этой фирмы. Университеты постоянно работают над своей репутацией, жестко конкурируют между собой. В конце концов оказывается, что финансирование науки отражает представления и потребности общества.

Российским учёным, которые работали в советское время, никогда не приходилось искать средства на финансирование своей деятельности. Деньги им всегда выделяло государство, особенно на оборонные проекты. Те, кому довелось работать в советской Академии наук, не привыкли работать на конкурсной основе. Но, по большому счету, только американский механизм заставляет ученых задуматься об интересах общества – делая те исследования, которые могут заинтересовать людей, за которые будут платить деньги. Российским учёным, которые работали в советское время, никогда не приходилось искать средства на финансирование своей деятельности. Деньги им всегда выделяло государство, особенно на оборонные проекты. Те, кому довелось работать в советской Академии наук, не привыкли работать на конкурсной основе. Но, по большому счету, только американский механизм заставляет ученых задуматься об интересах общества – делая те исследования, которые могут заинтересовать людей, за которые будут платить деньги.

В Америке есть профессора, которые зарабатывают 500 тыс. долларов в год, но есть и те, кто получают всего 40 тыс. – очень скромная зарплата для учёного со степенью PhD (лат. Philosophiae Doctor, обычно произносится пи-эйч-ди, ученая степень, присуждаемая в англоязычных странах Запада. В США существующая в некоторых университетах степень доктора наук (Sc.D. – Doctor of Science), считается равной PhD) – различия как раз обусловлены разным уровнем поддержки со стороны государственных и частных доноров, интересом со стороны общества. Если отрасль науки не производит ничего интересного для доноров, то она не получает финансовой поддержки; со временем молодые специалисты перестают идти в эту дисциплину.

Во время холодной войны Америка вкладывала огромные бюджетные деньги в оборонные исследования. Но после распада Советского Союза в этих дисциплинах произошли существенные сокращения финансирования. В основном эти ученые переквалифицировались в IT или финансовый сектор.

Раньше было много центров российских исследований. Сейчас их осталось гораздо меньше. В свете нынешних событий стало актуальным изучение арабского и китайского языков. Время вносит свои коррективы в науку.

2.2 Основные нормативно – правовые документы, организующие и регламентирующие научную деятельность

После распада СССР и связанный с этим, глубокий кризис во всех сферах социально – экономической жизни России, привел к серьезным последствиям во всех сферах, в том числе и в науке. Прежде всего, это было обусловлено, во – первых, низким финансированием науки, во вторых - как следствие – оттоком научных и научно – педагогических кадров из науки в другие сферы деятельности или даже с отъездом ведущих, молодых перспективных кадров за рубеж, где их привлекала высокая зарплата, хорошее обеспечение научной инфраструктурой. С 1990 года по 2005 год произошло сокращение численности научных и научно – педагогических кадров более чем на 1 млн. человек (42 %).

Анализ развития отечественной науки в конце XX - начале XXI веков показывает, что существующие в ней проблемы во многом являются следствием трансформационных процессов и проводимой государственной политики 90-х годов. В этот период наука не рассматривалась как фактор социально-экономического развития страны. Более того, реформирование науки осуществлялось по зарубежным моделям, которые в ограниченной степени применимы к российским условиям. Вместе с тем, несмотря на неблагоприятные условия, удалось сохранить значительный потенциал фундаментальной науки и предотвратить полный распад научного комплекса страны, что стало возможным благодаря наличию академического сектора науки, система управления которым продемонстрировала высокую устойчивость и работоспособность в кризисных условиях.

Сегодня основной задачей науки является научное обеспечение социально-экономического развития страны. Только создав конкурентоспособную экономику, возможно добиться и конкурентоспособности науки. При этом особое внимание должно уделяться обеспечению национальной безопасности страны. В связи с этим тезис о повышении конкурентоспособности науки должен рассматриваться исключительно в этом контексте.

Наряду с отсутствием достаточных финансовых ресурсов у государства в период 1990 – 2005 гг., не было четкого понимания разрешения этой сложной проблемы. После 2005-х годов стала выстраиваться система по организации научной деятельности в РФ, для чего были приняты ряд важных государственных решений в виде законов, государственных, федеральных целевых программ по развитию науки, научно – технологического комплекса на период 2007 – 2013 годы.

Цель всех этих нововведений состояла в технологической модернизации российской экономики на основе технологических инноваций, где ведущая роль отводится науке. Одним из главных направлений по обеспечению государственной безопасности в качестве безусловных приоритетов было

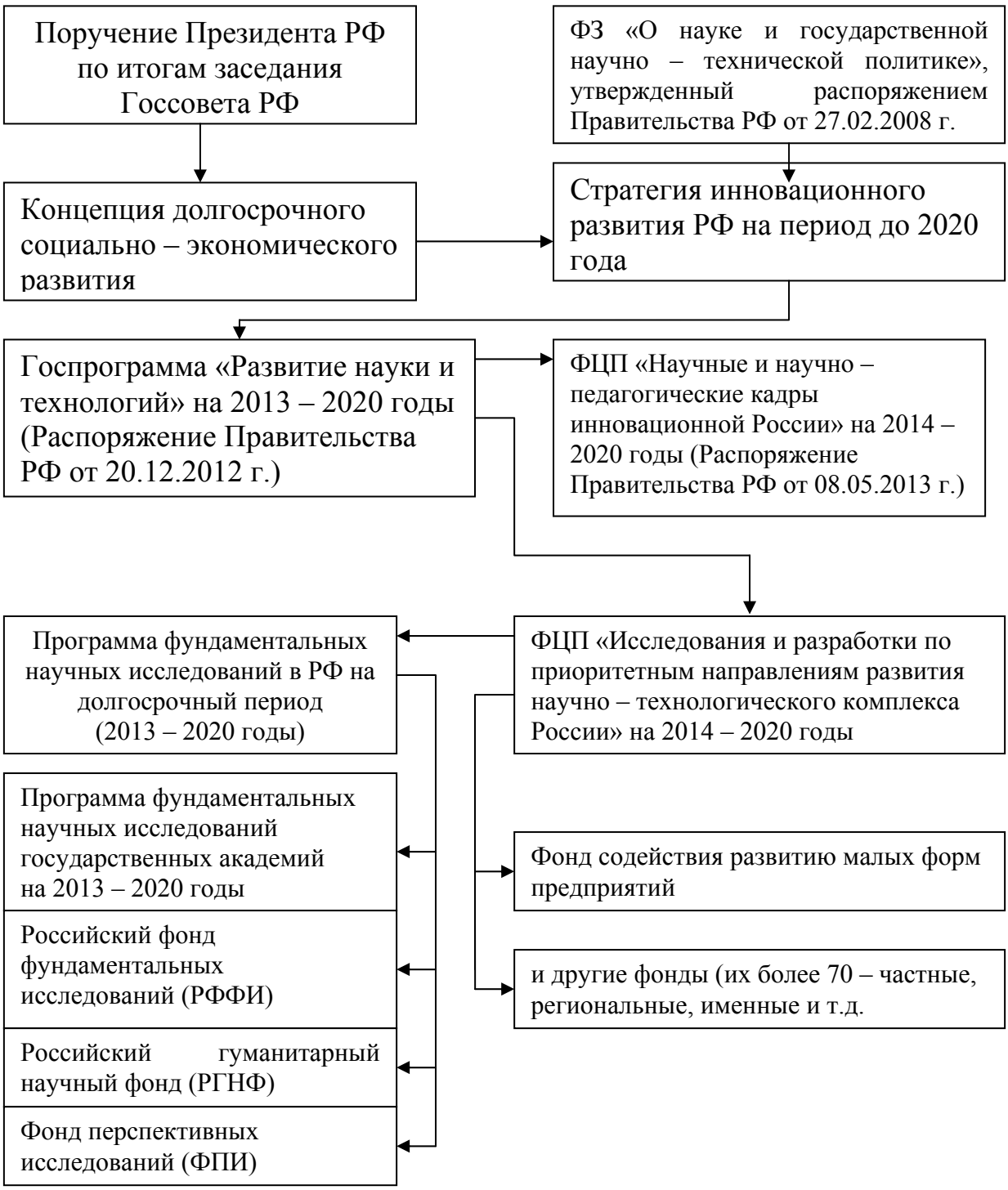
объявлено, это инновационное развитие экономики (базовые ресурсы любой деятельности), фундаментальная и прикладная наука (интеллектуальные ресурсы), образование (создание людских, интеллектуальных ресурсов). Всем этим комплексом мер Россия, как один из крупнейших игроков в мировой экономике, должна ответить вызовам времени 21 века.

В настоящее время вся научная деятельность в Российской Федерации осуществляется на базе принятых нормативно – правовых актов путем реализации государственных, федеральных целевых программ по различным аспектам развития науки, технологий представленных ниже, (см. схему) часть из которых являются продолжением тех программ, которые работали в 2007 – 2013 года.

На сегодняшний день, есть выстроенная система по переводу экономики России на инновационный путь развития. Что касается проблем в науке, то их предостаточно. Первая половина 2013 года была посвящена вопросам реформирования Российской академии наук. По предложению Министерства образования и науки РФ в Госдуму в июле внесен законопроект по этому вопросу.

Основные элементы этой системы представлены ниже:

1. Концепция долгосрочного социально – экономического развития Российской Федерации на период 2020 года: Распоряжение Правительства Российской Федерации от 17 ноября 2008 г. № 1662-р.
2. Федеральный Закон «О науке и государственной научно – технической политике», утвержден распоряжением Правительства Российской Федерации от 27 февраля 2008 г. № 233-р.
3. Стратегия инновационного развития Российской Федерации на период до 2020 года: Распоряжение Правительства Российской Федерации от 8 декабря 2011 г. № 2227-р.
4. Государственная программа Российской Федерации «Развитие науки и технологий»: Распоряжение Правительства Российской Федерации от 20 декабря 2012 г. № 2433-р.
5. Федеральная целевая программа «Научные и научно – педагогические кадры инновационной России» на 2014 – 2020 годы: Распоряжение Правительства Российской Федерации от 8 мая 2013 г. № 760-р.
6. Федеральная целевая программа «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно – технологического комплекса России» на 2014 – 2020 годы: Распоряжение Правительства Российской Федерации от 2 мая 2013 г. № 736-р.
7. Программа фундаментальных исследований в Российской Федерации на долгосрочный период (2013 – 2020 годы): Распоряжение Правительства Российской Федерации от 27 декабря 2012 г. № 2538-р.
8. Программа фундаментальных научных исследований государственных академий на 2013 – 2020 годы: Распоряжение Правительства Российской Федерации от 3 декабря 2012 г. № 2237-р.



Дорожная карта указанных нормативно – правовых документов представлена выше (см. схему). Из представленной схемы видно, что «технологически» выстраивается вполне внятная схема по организации и функционированию российской науки с учетом основных тенденций мирового технологического развития (вызовы времени) до 2020 года.

2.3 Реализация государственных научных программ

Реализация государственных научных программ становится возможной при финансовом обеспечении, поскольку наука – это довольно затратная сфера, связанная материально – техническим обеспечением, сложной инфраструктурой, достойной зарплатой ученых, исследователей и т.д.

В соответствии с мировой практикой к источникам финансирования науки (инноваций) относят следующие:

а) государственные ассигнования;

б) собственные средства субъектов хозяйствования;

в) кредитные средства;

г) частные средства;

д) иностранные инвестиции;

е) венчурный капитал.

Сметное бюджетное финансирование достаточно часто называют базовым финансированием. Это в какой - то степени правомерно, поскольку речь идет о поддержке материальной базы научных организаций и вузов, обеспечении базового уровня зарплаты в организациях государственного сектора науки. Вместе с тем, данное название не совсем корректно в финансово-экономическом плане, так как не отражает суть процесса.

Механизм сметного бюджетного финансирования в настоящее время трансформируется в программно - целевое бюджетное финансирование. Последнее, осуществляется через федеральные бюджетные фонды поддержки науки – Российский фонд фундаментальных исследований (РФФИ) и Российский гуманитарный научный фонд (РГНФ) (подробнее эти фонды будут рассмотрены ниже).

Являясь государственными структурами, РФФИ и РГНФ обеспечивают целевую адресную поддержку передовых ученых, **независимо от того,** к какому ведомству они относятся. Данные структуры, называемые грантодателями, сами определяют конкретные условия предоставления на безвозмездной и безвозвратной основах грантов. Оформляется предоставление гранта путем заключения грантового соглашения (договора). Характерная особенность гранта - именно целевой характер предоставления. Поэтому в грантовом соглашении, как правило, стороны фиксируют следующие моменты: цели, на которые выделяется финансирование; срок реализации проекта; порядок учета средств гранта, их использования и предоставления отчетности грантодателю; условия взаимодействия сторон в случае установления факта нецелевого использования выделенных средств и пр. Поскольку грант предоставляется на безвозмездной основе, то у грантодателя не возникает каких - либо прав на полученные результаты деятельности грантополучателя, равно как и на оборудование или иные материалы, приобретаемые грантополучателем за счет средств гранта.

Концепция долгосрочного социально – экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года разработана в соответствии с

поручением Президента Российской Федерации по итогам заседания Государственного совета Российской Федерации, состоявшегося 21 июля 2006 года.

Цель разработки Концепции – определение путей и способов обеспечения в долгосрочной перспективе (2008 – 2020 годы) устойчивого повышения благосостояния российских граждан, национальной безопасности, динамического развития экономики, укрепления позиций России в мировом сообществе.

В соответствии с этой целью в Концепции сформулированы:

- основные направления долгосрочного социально – экономического развития страны с учетом вызовов предстоящего периода;

- цели, целевые индикаторы, приоритеты и основные задачи долгосрочной государственной политики в социальной сфере, в сфере науки и технологий.

Стратегия инновационного развития Российской Федерации (далее - Стратегия) разработана на основе положений Концепции долгосрочного социально-экономического развития РФ на период до 2020 года в соответствии с Федеральным законом "О науке и государственной научно-технической политике".

Федеральные органы исполнительной власти руководствуются положениями Стратегии при разработке и реализации государственных программ РФ. Координацию работы по формированию предложений для развития инновационной экономики со стороны сектора исследований и разработок осуществляет Министерство образования и науки РФ.

На протяжении 2000х гг. внутренние затраты на исследования и разработки в РФ в абсолютных цифрах неуклонно возрастали, и увеличились с 48 млрд. рублей в 1999 году до 485,8 млрд рублей в 2009 году. В итоге Россия входит в первую десятку ведущих стран мира по общему объему таких затрат, хотя и существенно отстает от лидеров по такому показателю как доля затрат исследования и разработки во внутреннем валовом продукте (ВВП) - 1,24% по сравнению с 2,77% в США, 2,64% в Германии и 4,86% в Израиле. Значения аналогичного показателя составляют: для Китая - 1,7%, в среднем по странам Организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР) - 2,33 %, в Японии – 3,33%.

Росло финансирование всех видов исследований: например, объем затрат на исследования и разработки в вузах, с 2002 по 2009 год вырос с 5,4 млрд руб. до 30,8 млрд руб. В итоге, если по такому показателю, как объем расходов на исследования и разработки в расчете на душу населения Россия в начале 2000х отставала от всех высокоразвитых государств и многих стран Восточной Европы, то концу десятилетия этот разрыв удалось если не преодолеть, то существенно сократить. (В случае с Чехией, например, разрыв сократился с троекратного до двукратного).

В Стратегии приняты ориентиры выхода к 2020 году на значение объема внутренних затрат на научные исследования и разработки до 3% ВВП, при

этом доля расходов федерального бюджета в этой сфере будет составлять не менее 1,3% ВВП (в 2011 году 1,16% ВВП, доля расходов бюджета – 0,9%). В рамках Стратегии одновременно ставится задача преодолеть характерную для последнего времени тенденцию сохранения и в некоторые годы повышения доли бюджета в расходах на исследования и разработки.

В 2011 году объем внутренних затрат на научные исследования и разработки в РФ составил по предварительным оценкам 610,8 млрд. рублей, что составляет 1,12 % ВВП.

В то же время одно лишь увеличение финансирования российской науки не способно гарантировать повышение ее эффективности и конкурентоспособности, а также выполнение задач по поддержке технологической модернизации российской экономики. Необходимо сочетание мер финансового характера с системными мерами, обеспечивающими рациональное реформирование и развитие сектора исследований и разработок.

Несмотря на выдающиеся успехи отдельных российских ученых, Россия все хуже представлена в мировой науке. Так, уже в 2008 г. на Россию приходилось всего 2,48% научных статей (публикуемых в научных журналах, индексируемых в базе данных Web of Science), тогда как на Францию – 5,5%, Германию – 7,5%, Китай – 9,7%. По своему удельному весу в общем объеме научных публикаций Россия находилась между Бразилией (2,59%) и Нидерландами (2,46%). Низкими остаются и удельные показатели научной результативности. Так, в Сингапуре на одну статью в международно признанных изданиях приходится 3,6 активных исследователя, в Германии и Франции - 3,5 исследователей, в Аргентине - 5,8, в Японии – 9,2. В России этот показатель составляет 16,4 (в Китае, для сравнения, 13,2).

Ключевыми из **внешних вызовов** в части **инновационного развития** являются:

- ускорение технологического развития мировой экономики. Реальными конкурентами России становятся не только страны – лидеры в сфере инноваций, но и многие развивающиеся страны, государства - участники Содружества Независимых Государств. Технологическая революция в ресурсосбережении и альтернативной энергетике резко повышает неопределенность в развитии России, основу специализации которой на мировых рынках составляет экспорт традиционных энергоносителей. Развитие экономически эффективных альтернативной энергетики, появление технологий добычи углеводородов из нетрадиционных источников, включая сланцы и нефтеносные пески, может привести к снижению спроса и цен на ключевые товары российского сырьевого экспорта, сокращению поступления в экономику России финансовых ресурсов, необходимых для модернизации, и, следовательно, к снижению значимости РФ на мировой арене.

В отличие от стран с развитой инновационной системой в России недостаточно развита система государственно-частного партнерства в реализации инновационных проектов - доля организаций, получающих

финансирование из бюджета на эти цели, составляет 0,8% (в Германии- 8,8%, в Бельгии- 12,7%). Также недостаточная поддержка оказывается созданию малого инновационного бизнеса.

Планируется установление четкой иерархии документов стратегического планирования, определяющих государственную политику в сфере науки и инноваций. Стратегия является документом, развивающим соответствующие положения Концепции наряду с бюджетной стратегией и такими стратегическими документами, носящими системный характер, как Энергетическая стратегия России на период до 2030 года и Транспортная стратегия РФ на период до 2030 года.

Основными **тенденциями** мирового **технологического развития** до 2020 года являются (***вызовы времени***):

- формирование развитых информационно-телекоммуникационных сетей;

- широкое внедрение материалов со специальными свойствами (в первую очередь композиционных материалов);

- начало формирования рынка нанотехнологий, переход от микроэлектроники к нано - и оптоэлектронике как новому ядру информационных технологий;

- начало широкого использования биотехнологий, которые изменят не только традиционный аграрный сектор, но и станут основой развития высокотехнологичных методов профилактики заболеваний, диагностики и лечения;

- достижение с использованием технологий альтернативной энергетики экономически приемлемых параметров;

- улучшение экологических параметров тепловой энергетики; радикальные изменения в методах и средствах природоохранной деятельности, что уменьшит техногенное воздействие на биосферу.

Основные характеристики развития мировой экономики, оказывающими серьезное влияние на социально – экономические процессы в России, в ближайшие 10 - 15 лет: **экологические**, а именно, усиление влияния экологических факторов, рост дефицита пресной воды и изменение климата, что создает дополнительные возможности для России, имеющей огромные запасы пресной воды и экологически благополучные территории.

Целью Стратегии является перевод к 2020 году экономики России на инновационный путь развития, характеризующийся следующими значениями основных показателей:

- увеличение доли предприятий промышленного производства, осуществляющих технологические инновации, в общем количестве предприятий промышленного производства до 40 - 50% к 2020 году (в 2009 году- 9,4%);

- увеличение доли России на мировых рынках высокотехнологичных товаров и услуг (атомная энергетика, авиатехника, космическая техника и

услуги, специальное судостроение и др.) до 5 - 10% в 5 - 7 и более секторах экономики к 2020 году;

- увеличение доли экспорта российских высокотехнологичных товаров в общем мировом объеме экспорта высокотехнологичных товаров до 2% к 2020 году (в 2008 году- 0,25 %);

- увеличение валовой добавленной стоимости инновационного сектора в ВВП до 17 - 20% к 2020 году (в 2009 году- 12,7%);

- увеличение доли инновационной продукции в общем объеме промышленной продукции до 25-35% к 2020 году (в 2010 году- 4,9%);

- повышение внутренних затрат на исследования и разработки до 2,5 - 3% ВВП к 2020 году (в 2010 году - 1,3%), из них больше половины - за счет частного сектора;

- увеличение доли публикаций российских исследователей в общем количестве публикаций в мировых научных журналах до 3% к 2020 году (в 2010 году - 2,08%);

- увеличение количества цитирований в расчете на 1 публикацию российских исследователей в научных журналах, индексируемых в базе данных "Сеть науки" (Web of Science), до 4 ссылок к 2020 году (в 2010 году- 2,4 ссылки на статью);

- увеличение количества российских вузов, входящих в число 200 ведущих мировых университетов согласно рейтингу Rankings (Quacquarelli Symonds World University) до 4 единиц (в 2010 году - 1 вуз);

- увеличение количества патентов, ежегодно регистрируемых российскими физическими и юридическими лицами в патентных ведомствах Европейского союза, Соединенных Штатов Америки и Японии, до 2,5- 3 тыс. патентов к 2020 году (в 2009 году - 63 патента);

- увеличение доли средств, получаемых за счет выполнения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, в структуре средств, поступающих в ведущие российские университеты за счет всех источников финансирования, до 25%.

Основными механизмами формирования предложений для развития инновационной экономики со стороны сектора исследований и разработок являются:

- развитие инфраструктуры исследований и разработок, включая исследовательскую базу ведущих университетов;

- создание и развитие исследовательских центров (лабораторий) в рамках различных организационных моделей;

- расширение и координация работ по созданию НТ- заделов в рамках прикладных исследований, в том числе в рамках технологических платформ на стадии, предваряющей коммерциализацию;

- развитие фундаментальной науки, в том числе ее вузовского сектора, и поддержка государственных академий наук;

- развитие новых инструментов финансирования науки и организации науки, совершенствование механизма грантового финансирования;

- координация работы по расширению взаимодействия компаний реального сектора экономики с организациями сектора исследований и разработок (исследовательскими подразделениями вузов, научными организациями государственных академий наук и другими научными организациями).

Реализация мероприятий, связанных с решением указанной задачи, предусматривает:

- финансирование и софинансирование развития инфраструктуры сектора исследований и разработок;

- развитие исследовательской базы ведущих вузов в рамках системы мероприятий по поддержке программ развития федеральных и национальных исследовательских университетов, программ развития инновационной инфраструктуры вузов;

- развитие Российского фонда фундаментальных исследований (РФФИ), Российского гуманитарного научного фонда (РГНФ), Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере и федерального государственного автономного учреждения "Российский фонд технологического развития".

Стратегия предусматривает формирование компетенций инновационной деятельности в области образования.

Одной из **основных задач** инновационного развития является создание условий для формирования у граждан следующих компетенций инновационной деятельности:

- способность и готовность к **непрерывному образованию**, постоянному совершенствованию, переобучению и самообучению, профессиональной мобильности, стремление к новому;
- способность к критическому мышлению;
- способность и готовность к разумному риску, креативность и предприимчивость, умение работать самостоятельно, готовность к работе в команде и в высококонкурентной среде;
- владение иностранными языками, предполагающее способность к свободному бытовому, деловому и профессиональному общению.

В рамках модернизации системы общего и профессионального образования будет обеспечен переход к использованию ***современных методов и технологий обучения***, направленных на непрерывное развитие и дальнейшее совершенствование творческого мышления, навыков и мотивации, выявления и постановки проблем, создания нового знания, направленного на их решение, поиска и обработки информации, самостоятельной и командной работы и иных *компетенций инновационной деятельности*.

В этих целях **в вузах** и других образовательных организациях, предоставляющих услуги профессионального образования, профессиональной подготовки и переподготовки будет обеспеченно внедрение кредитно-модульных технологий организации учебного процесса с индивидуальными образовательными траекториями для каждого обучающегося.

В части профессионального образования такая актуализация должна опираться на развитие системы взаимодействия образовательных организаций с предприятиями, развивающими высокотехнологичные производства, посредством создания **малых инновационных хозяйственных обществ**, а также на международные стандарты. В целях обеспечения экономики высокопрофессиональными техническими кадрами и оптимизации системы профессионального образования будет реализована модель ***прикладного бакалавриата***, предполагающая получение фундаментальных знаний в определенной предметной области и квалификации для работы со сложными технологиями и с рядом смежных технологий. При этом будет обеспечено сочетание ***в современном инженерном образовании*** технических и управленческих компетенций.

В университетах нормой станет использование ***механизмов оценки преподавателей*** с привлечением международного научного сообщества и с ориентацией на *показатели публикационной активности*, а также *взаимодействие с организациями соответствующих секторов экономики*.

Профессиональными сообществами будут созданы регулярно обновляемые ***отраслевые рейтинги вузов, факультетов***, институтов, ведущих обучение по соответствующим специальностям и образовательным программам, исходя из *международной публикационной и патентной активности* профессорско-преподавательского состава и других принятых в международной практике критериев.

Важнейшим направлением инновационного развития является ***стимулирование инновационной активности молодежи***, в том числе научно-технического творчества школьников и ***студентов.*** Для этого будет расширена предоставляемая на конкурсной основе поддержка организаций дополнительного образования детей и молодежи, реализующих *инновационные образовательные программы* высокого уровня в области научно – технического творчества молодежи.

Координация усилий по формированию эффективного сектора исследований и разработок в первую очередь в части создания опережающего научно-технического задела (прежде всего, на стадии, предваряющей коммерциализацию) и развития единой инфраструктуры сектора осуществляется в рамках государственной программы "Развитие науки и технологий".

Основными критериями оценки качества и результативности фундаментальных исследований должны быть международное признание и публикационная активность сотрудников и коллективов.

Для прикладной науки важнейшим критерием является востребованность результатов проводимых исследований; в том числе российскими и зарубежными предприятиями и органами власти различного уровня.

Реализация Стратегии предусматривается в 2 этапа.

На **первом** этапе реализации Стратегии (**2011 – 2013 годы**) решается задача повышения восприимчивости бизнеса и экономики к инновациям путем за счет инвестиционной привлекательности перспективных высокотехнологических секторов экономики, перетоку капитала и привлечения наиболее квалифицированных кадров в эти сектора и модернизации секторов экономики, в которых у России нет краткосрочных перспектив достижения мирового лидерства.

На **втором** этапе реализации Стратегии (**2014 – 2020 годы**) доля расходов на инновации в бюджете страны будет увеличиваться. Предусматривается рост доли частного финансирования в общем объеме внутренних затрат на исследования и разработки. За счет высвобождения финансовых ресурсов, существенно увеличится **финансирование** образования, науки и модернизации инфраструктуры инновационной экономики.

До 2020 года будут обеспечены:

- развитие ***конкурентоспособных университетов***, где будет концентрироваться значительная часть компетенций в сфере прикладных исследований и разработок, в том числе за счет ***максимальной интеграции науки и образования***, расширения взаимодействия вузов с компаниями и передачи вузам части компетенций ликвидируемых отраслевых научных организаций, а также *направлений работ в компаниях*;
- создание ***исследовательских центров***, *отработка различных моделей их организации*, в том числе в рамках взаимодействия с ведущими вузами;
- расширение и развитие **грантовой** формы финансирования исследований с одновременным поэтапным **сокращением** доли финансирования в форме **государственных контрактов** на проведение научно-исследовательских работ в сфере фундаментальной науки, а также персонализация финансирования научных коллективов и обеспечение возможности перемещения коллективов, реализующих проект, между организациями, в том числе *создание ими новых компаний*;
- расширение взаимодействия компаний реального сектора с организациями сектора исследований и разработок (институтами развития, исследовательскими подразделениями вузов, научными учреждениями государственных академий наук и другими научными организациями). Вместе с тем на повышение эффективности такого взаимодействия будет направлено расширение практики участия **представителей вузовской** и академической науки в **научно-технических советах**, экспертных советах крупных корпораций, а также участия ведущих компаний реального сектора в деятельности научных советов, других коллегиальных органов управления вузов и научных организаций;
- концентрация усилий в сфере прикладных исследований на приоритетных направлениях инновационного развития сектора исследований и разработок и российской экономики в целом.

Государственная программа Российской Федерации "Развитие науки и технологий" на 2013 - 2020 годы.

Государственные заказчики федеральных целевых программ, включенных в Государственную программу:

- Министерство природных ресурсов и экологии РФ;
- Федеральное агентство связи;
- Федеральное агентство морского и речного транспорта;
- Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет);
- Министерство обороны РФ;
- ФГБОУ ВПО "Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова"

Участники Государственной Программы:

- Министерство образования и науки РФ;
- Министерство экономического развития РФ;
- Министерство финансов РФ;
- Российская академия наук, с ее отделениями:
    - Дальневосточное;
    - Сибирское;
    - Уральское
- Российская академия архитектуры и строительных наук;
- Российская академия образования;
- Российская академия сельскохозяйственных наук;
- Российская академия художеств;
- ФГБУ "Российский фонд фундаментальных исследований";
- ФГБУ "Российский гуманитарный научный фонд";
- ФГБУ "Национальный исследовательский центр "Курчатовский институт".

Цели Государственной программы:

- формирование конкурентоспособного и эффективно функционирующего сектора исследований и разработок и обеспечение его ведущей роли в процессах технологической модернизации российской экономики.

Задачи Государственной Программы:

- развитие фундаментальных научных исследований;
- создание опережающего научно-технологического задела на приоритетных направлениях научно-технологического развития;
- институциональное развитие сектора исследований и разработок, совершенствование его структуры, системы управления и финансирования, интеграция науки и образования;
- формирование современной материально-технической базы сектора исследований и разработок;
- обеспечение интеграции российского сектора исследований и разработок в международное научно-технологическое пространство.

Она состоит из следующих подпрограмм:

- Подпрограмма 1. «Фундаментальные научные исследования»;
- Подпрограмма 2. «Прикладные проблемно – ориентированные исследования и развитие научно – технологического задела в области передовых технологий»;
- Подпрограмма 3. «Институциональное развитие научно – исследовательского сектора»;
- Подпрограмма 4. «Развитие межотраслевой инфраструктуры сектора исследований и разработок»;
- Подпрограмма 5. «Международное сотрудничество в сфере науки»;
- Подпрограмма 6. «Обеспечение реализации Государственной программы».

Государственная программа реализуется в три этапа.

На **первом этапе** реализации Государственной программы (**2013 год**) будет решена задача совершенствования структуры государственного финансирования и регулирования развития науки и технологий для обеспечения задач ускоренной модернизации экономики, проведена работа по повышению эффективности научных организаций, повышена оплата труда научных работников, обеспечено формирование системы тематических приоритетов развития. Будет проведена оценка и приняты решения об уточнении перечня показателей Государственной программы в части включения в него показателей и индикаторов, сформированных в целях создания опережающего научно-технического задела.

На **втором этапе** реализации Государственной программы (**2014 - 2017 годы**) увеличится объем полученных в рамках Государственной программы результатов исследований, принятых к дальнейшей реализации в организациях корпоративного сектора (в том числе государственных) в секторах экономики. Увеличится публикационная и патентная активность. Будет скорректирована система приоритетов. Будет обеспечено повышение качества кадрового состава научных организаций, с учетом обеспечения конкурентоспособного уровня доходов работников, выполняющих работы по созданию научно – технологического задела. Завершится оптимизация структуры научных организаций и внедрение новых форм персонифицированной (грантовой) поддержки научных исследований. Будет развернуто строительство исследовательских установок нового поколения - мега-сайенс.

На **третьем этапе** реализации Государственной программы (2018- 2020 годы) будет обеспечено расширение масштаба и тематического охвата исследований, закрепление научно- технологического лидерства по сформированным приоритетам.

Важнейшим источником финансирования отечественной науки были и остаются средства государственного бюджета. В 2011 году доля бюджетных средств составляла 65,6 процентов во внутренних затратах на исследования и разработки.

Финансовое обеспечение Государственной программы Российской Федерации «Развитие науки и технологий» на 2013 – 2020 годы будет осуществляться из бюджета и привлеченных дополнительных средств (табл. 2.1).

Таблица 2.1 – Объем финансового обеспечения Государственной программы «Развитие науки и технологий» (в ценах соответствующих лет), млрд. руб.

Годы	По Госпрограмме в целом		в том числе по подпрограммам			
			I подпрограмма		II подпрограмма	
	бюджетные средства	дополнитель-ные средства	бюджетные средства	дополнитель-ные средства	бюджетные средства	дополнитель-ные средства
2013	145,11	8,69	82,61	1,12	1,71	1,71
2014	156,86	21,30	86,98	1,28	25,41	11,12
2015	170,16	33,49	88,76	1,38	26,92	13,36
2016	192,99	73,12	96,86	4,66	28,66	32,89
2017	209,90	112,13	103,09	23,48	30,55	39,73
2018	228,69	132,99	109,38	49,48	32,63	39,13
2019	242,69	134,20	113,53	61,24	34,41	40,75
2020	256,88	120,60	117,49	62,07	36,14	39,21
Всего	**1603,28**	**636,52**	**798,70**	**204,71**	**216,43**	**217,90**

Целью **Федеральной целевой программы "Научные и научно-педагогические кадры инновационной России" на 2014-2020 годы** (далее ФЦП) является развитие системы эффективного воспроизводства высокопрофессионального кадрового потенциала научной и научно-образовательной сферы и повышение его конкурентоспособности на мировом уровне. Достижение цели программы будет обеспечиваться решением следующих основных задач:

- развитие системы механизмов расширения количественного и улучшения качественного состава научных и научно-педагогических кадров;
- повышение результативности научных и научно-педагогических кадров, развитие механизмов стимулирования их научной и инновационной активности;
- развитие внутрироссийской и международной мобильности научных и научно - педагогических кадров;
- развитие сети национальных исследовательских университетов.

Достижение цели программы к концу 2020 года позволит Российской Федерации иметь конкурентоспособный кадровый потенциал научной и научно - образовательной сферы, квалификация и результативность которого будут соответствовать потребностям инновационной экономики и мировому уровню.

Благодаря проектам, выполненным за 4 года реализации ФЦП "Научные и научно-педагогические кадры инновационной России" на 2009 - 2013 годы,

удалось закрепить в сфере науки, образования и высоких технологий около 17 тыс. студентов, аспирантов, докторантов и молодых исследователей. В 2009 - 2012 годах в реализации программных мероприятий по направлению, касающемуся стимулирования закрепления молодёжи в сфере науки, образования и высоких технологий, ежегодно принимало участие в среднем 58,7 тыс. человек. Только в 2012 году число участников составило около 63,5 тыс. человек, из которых 48,5% - исследователи с учёной степенью доктора и кандидата наук, 23,6% - аспиранты и 27,9% - студенты.

В целом в 2009 - 2011 годах научным персоналом опубликовано около 56 тыс. статей, из них 17% - в высокорейтинговых зарубежных научных изданиях, что составило около 10% общего количества публикаций российских авторов, получено около 500 патентов на изобретения, полезные модели, промышленные образцы и селекционные достижения, около 300 свидетельств о регистрации баз данных, программ для электронно-вычислительных машин и свидетельств на топологию интегральной схемы. Проведено 814 всероссийских и международных научных конференций и школ, 109 всероссийских и международных олимпиад и конкурсов.

Таблица 2.2 – Объемы финансирования ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России" на 2014-2020 по базовому сценарию, млрд. руб

Годы	По ФЦП в целом	в том числе			
		федеральный бюджет		внебюджет	
		всего	в т.ч. НИОКР	всего	в т.ч. НИОКР
2014	23,49	18,05	11,74	5,43	0,99
2015	26,36	19,22	18,00	7,13	1,66
2016	28,13	20,47	19,92	7,66	1,66
2017	31,34	21,84	21,31	9,50	2,86
2018	32,64	23,35	22,77	9,29	2,84
2019	30,33	24,64	24,05	5,68	2,75
2020	28,72	25,89	25,37	2,82	2,75
Всего	**201,01**	**153,46**	**143,16**	**47,51**	**15,51**

Объемы финансирования ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России" на 2014 - 2020 по базовому сценарию представлены в таблице 2.2.

Федеральная целевая программа "Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России" на 2014 - 2020 годы (далее - ФЦП) является программно-целевым инструментом, который входит в состав государственной программы Российской Федерации "Развитие науки и технологий".

Дальнейшее развитие научно-технического потенциала требует большей концентрации ресурсов на приоритетах при формировании научно-

технологических заделов. Для получения качественно новых, прорывных результатов в рамках ФЦП будет осуществляться формирование системы приоритетов развития научно-технической сферы, скоординированных с приоритетами развития секторов российской экономики. На базе сформированных приоритетов будут проводиться исследования по направлениям создания научно-технологического задела (в том числе уникальные высокорисковые исследования, задачей которых является открытие новых принципов создания идей и технологий), а также прикладные проблемно ориентированные исследования, направленные на решение важнейших научно-технических проблем и формирование научно-технологического задела.

Прикладные проблемно ориентированные исследования, выполняемые в рамках ФЦП, относятся к исследованиям на докоммерческой стадии, их результаты в дальнейшем могут быть использованы в работах по созданию новой продукции или новых технологий.

Обеспечение эффективного использования ограниченного числа бюджетных ресурсов требует концентрации на решении стратегически значимых задач через разумное распределение сфер ответственности между ведомствами. При таком распределении Министерство образования и науки Российской Федерации в рамках Программы на 2014 - 2020 годы обеспечивает технологическое предложение, а ведомства, осуществляющие регулирование отраслей экономики, в рамках других государственных программ и федеральных целевых программ обеспечивают спрос на такое технологическое предложение.

Удовлетворение этого спроса со стороны отраслей экономики на технологическое предложение (технологию), по сути, представляет собой его коммерциализацию и может быть реализовано в рамках соответствующих государственных программ и федеральных целевых программ на условиях финансирования за счет средств внебюджетных источников с частичным субсидированием из средств федерального бюджета понесенных затрат.

Именно поэтому предполагается сосредоточить ограниченное количество ресурсов на создании научно-технологического задела, а также развитии институциональных механизмов, соответствующих потребностям инновационной экономики и обеспечивающих создание конкурентоспособного научно-технологического задела на регулярной и системной основе. В противном случае произойдет распыление средств федерального бюджета на дублируемые задачи и в конечном счете ни одна из них не сможет быть решена в достаточной мере.

Важнейшим принципом ФЦП является активное привлечение бизнеса и технологических платформ к формированию научно-технологического задела за счет реализации прикладных исследований по инициативным тематикам, в том числе на основе государственно-частного партнерства.

Возможными вариантами решения проблем и вызовов для сферы исследований и разработок, в частности, могут являться **инерционный** и **активный** варианты.

При **инерционном** варианте предполагается отсутствие концентрированных мер, нацеленных на опережающее научно-технологическое развитие и реализацию мероприятий, направленных на формирование благоприятного инновационного климата, существенное ограничение бюджетных расходов на исследования и разработки. Основным преимуществом указанного варианта является отсутствие дополнительного бюджетного финансирования. В то же время существенным риском при реализации этого варианта является ослабление российского сектора исследований и разработок, инновационной системы, исчерпание научно-технологических заделов, технологическое отставание и усиление зависимости экономики от иностранных технологий.

При **активном** варианте предусматривается концентрация усилий государства на формировании опережающего научно-технологического задела на приоритетных научно-технологических направлениях посредством реализации ФЦП. Указанный вариант в большей степени соотносится со Стратегией и с рядом важнейших стратегических целей, недостижимых в отсутствие сочетания мер финансового характера с системными мерами, обеспечивающими реформирование и развитие сектора исследований и разработок, заложенными в концепции ФЦП.

Предполагается, что в ФЦП будет сконцентрирована основная часть задельных исследований, ведущихся в Российской Федерации по тематикам, соответствующим приоритетам развития секторов российской экономики, за исключением ограниченного круга работ, направленных на реализацию конкретных проектов создания продукции и технологий в рамках отраслевых федеральных целевых программ и иных проектов и программ.

Реализацию ФЦП предлагается осуществить в 2014 - 2020 годах в два этапа:

- I этап - 2014 - 2017 годы;
- II этап - 2018 - 2020 годы.

Объем финансирования ФЦП в 2014 – 2020 годах:

- при реализации первого (базового) сценария составит:
- по направлению "Научно-исследовательские и опытно-конструкторские (опытно-технологические) работы" – 166,18 млрд. рублей, из них средства федерального бюджета составят 131,20 млрд. рублей, средства внебюджетных источников – 34,98 млрд. рублей (табл. 2.3);
- по направлению "Прочие нужды" – 43,14 млрд. рублей, из них средства федерального бюджета составят 41,33 млрд. рублей, средства внебюджетных источников – 1,82 млрд. рублей;
- по направлению "Капитальные вложения" – 29,70 млрд. рублей из средств федерального бюджета (в ценах соответствующих лет).

Таблица 2.3 – Объемы финансирования ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно – технологического комплекса России на 2014 – 2020 годы» по первому (базовому) сценарию, млрд. руб.

Годы	По ФЦП	Бюджетные средства		Внебюджетные средства	
		всего	в т.ч. НИОКР	всего	в т.ч. НИОКР
2014	27,51	23,78	14,24	3,73	3,51
2015	29,61	25,33	16,48	4,28	4,04
2016	31,91	26,98	18,43	4,94	4,68
2017	34,18	28,78	19,85	5,40	5,12
2018	36,53	30,77	20,29	5,76	5,49
2019	38,55	32,46	20,73	6,08	5,81
2020	40,73	34,12	21,18	6,61	6,33
Всего	**239,02**	**202,22**	**131,20**	**36,80**	**34,98**

Основной целью I этапа ФЦП (2014 – 2017 годы) является закладка основ стратегического развития сектора прикладных исследований и разработок.

Источниками финансирования ФЦП являются бюджетные средства и средства внебюджетных источников. Под внебюджетными средствами понимаются собственные средства (для бюджетных организаций - средства, полученные от приносящей доход деятельности, расходование которых не противоречит Бюджетному кодексу Российской Федерации, для иных организаций - денежные средства и нефинансовые активы, находящиеся на соответствующих счетах бухгалтерского учета), кредитные средства (при условии использования заемщиком полученных средств для выполнения работ, оплата которых предусмотрена календарным планом из внебюджетных средств), заемные средства (временно привлеченные средства (имущество) других организаций), средства иностранных инвесторов, прочие средства (гранты негосударственных российских фондов, осуществляющих финансирование научно-исследовательских и опытно-конструкторских (опытно-технологических) работ из внебюджетных источников, гранты международных фондов и иные источники внебюджетных средств, которые не относятся к собственным средствам организаций, кредитным и заемным средствам).

Ресурсное обеспечение ФЦП в части финансирования должно обеспечивать реализацию мероприятий, направленных на достижение ее целей и задач.

В рамках реализации ФЦП предусматривается 4 сценария, в качестве базового берется 1 - ый сценарий, предусматривающий ускоренный рост расходов на формирование научно-технологического задела.

Предполагается постепенное развитие сектора создания научно-технологического задела, прежде всего, за счет повышения квалификации исследователей, эффективности стимулирования (увеличение доходов и

создание лучших условий работы) и усиления научной конкуренции (привлечение в науку наиболее талантливых исследователей).

Одновременно осуществляется ускоренное наращивание в государственных академиях наук, в вузах, национальных исследовательских центрах и в других исследовательских структурах научных мощностей в сфере поисковых и прикладных проблемно ориентированных исследований, обеспечивающих эффективное использование результатов фундаментальных работ, и достижение практических результатов (научно-технологического задела), используемых уже коммерческим сектором инновационной системы и промышленностью. При этом государственная поддержка задельных работ концентрируется в основном на приоритетных направлениях развития секторов российской экономики.

В отношении пропорции средств федерального бюджета и внебюджетных средств, направляемых на финансирование исследований (без расходов на создание единой инфраструктуры сектора исследований и разработок), предполагается, что для прикладных проблемно ориентированных работ соотношение бюджетных и внебюджетных средств должно ориентировочно в среднем составить 1:0,25.

В процессе формирования тематик исследований предполагается участие внешних субъектов, в том числе потенциальных потребителей результатов.

Программа фундаментальных научных исследований государственных академий на 2013 – 2020 годы (далее ПФНИ) разработана в соответствии со ст. 6 ФЗ «О науке и государственной научно – технической политике» и является новым инструментом по организации междисциплинарных фундаментальных исследований, выступая в качестве государственного заказа государственным академиям на фундаментальные исследования.

Государственных академий в Российской Федерации – 6, а именно, Российская академия наук (РАН), с региональными отделениями; Российская академия медицинских наук (РАМН), Российская академия образования (РАО), Российская академия сельскохозяйственных наук (РАСХН), Российская академия архитектуры и строительных наук (РААСН), Российская академия художеств (РАХ).

Потребность формирования ПФНИ обусловлена:

- необходимостью развития современной системы организации фундаментальных исследований в Российской Федерации на базе академического сектора науки, а также повышения эффективности использования потенциала фундаментальной науки как стратегической составляющей развития общества и государства в целом;

- необходимостью возвращения передовых позиций по направлениям фундаментальной науки;

- необходимостью координации фундаментальных научных исследований, проводимых в государственных академиях наук в рамках

различных программ и проектов, в целях предупреждения дублирования тематики научных работ и неэффективного расходования средств федерального бюджета.

Программный метод решения задачи развития фундаментальных научных исследований в Российской Федерации является наиболее эффективным, так как позволяет:

- концентрировать ресурсы на основных направлениях фундаментальных научных исследований;

- обеспечить стабильность финансирования конкретных научных разработок и исследований;

- организовать проведение научно-исследовательских работ в заданные сроки и обеспечить эффективный контроль за целевым использованием средств федерального бюджета.

Реализация ПФНИ осуществляется на основе следующих принципов:

- формирование научным сообществом приоритетных направлений фундаментальных научных исследований с учетом мировых тенденций развития науки;

- комплексность решения фундаментальных научных проблем;

- концентрация ресурсов на приоритетных направлениях фундаментальных научных исследований;

- обеспечение стабильности бюджетного финансирования конкретных научных исследований и разработок по приоритетным направлениям фундаментальных научных исследований, предусматриваемых программами фундаментальных научных исследований государственных академий наук;

- гибкость выбора тематик конкретных проектов (научно-исследовательских работ), реализуемых в рамках Программы, а также возможность перераспределения бюджетных средств федерального бюджета по научным направлениям в пределах финансирования, выделяемого государственным академиям наук (не более 20 % общего объема);

- использование государственными академиями наук конкурсных принципов (отбора проектов, тематик научно-исследовательских работ, коллективов исполнителей работ и др.) при реализации Программы.

Ключевое условие ускоренного развития фундаментального сектора науки - увеличение его бюджетной обеспеченности в расчете на одного научного работника. Текущий низкий уровень бюджетной обеспеченности является основной причиной еще относительно низкого уровня заработной платы, служит барьером на пути создания эффективных мотиваций для работников, препятствует нормальному обновлению материально-технической базы и, тем самым, принципиально сдерживает развитие фундаментальной науки.

Для достижения качественного сдвига в бюджетной обеспеченности необходимо реализовать меры по двум базовым направлениям:

- увеличение расходов федерального бюджета на фундаментальную науку, как в абсолютном, так и в относительном выражении в сочетании с

концентрацией ресурсов на программах, реализуемых ведущими научными и научно-образовательными центрами;

- оптимизация численности персонала, занятого в фундаментальном секторе, на основе рационализации состава и структуры организаций академической науки и переаттестации их сотрудников. При этом должна быть учтена и в максимальной степени использована возможность создания научными организациями дополнительных ставок, финансируемых за счет внебюджетных средств. «Бюджетные» рабочие места должны предназначаться персоналу, непосредственно занятому фундаментальными исследованиями, «внебюджетные» - работникам, осуществляющим инновационную деятельность и ведущим прикладные разработки.

В ПФНИ направления фундаментальных исследований сгруппированы по наукам:

1. Математические науки
2. Физические науки
3. Технические науки
4. Информатика и информационные технологии
5. Химические науки и науки о материалах
6. Биологические науки
7. Физиология и фундаментальная медицина
8. Науки о Земле
9. Общественные науки
10. Историко – филологические науки
11. Глобальные проблемы и международные отношения.

Управление ПФНИ осуществляет координационный совет Программы, в котором в качестве постоянных членов помимо руководителей государственных академий наук входят руководители федерального государственного бюджетного учреждения (ФГБУ) «Российский фонд фундаментальных исследований», ФГБУ «Российский гуманитарный научный фонд», Общероссийской общественной организации «Российский Союз ректоров» и Ассоциации государственных научных центров «НАУКА», а также представители Министерства образования и науки Российской Федерации и других заинтересованных федеральных органов исполнительной власти и организаций.

Руководит координационным советом ПФНИ президент Российской академии наук. Руководство реализацией ПФНИ осуществляют президиумы государственных академий наук.

Координационный совет ПФНИ:

- формирует единую систему приоритетов фундаментальных научных исследований государственных академий наук;

- координирует разработку и реализацию планов фундаментальных научных исследований государственных академий наук с учетом стратегических инициатив руководства страны по модернизации экономики, обеспечивает координацию мероприятий Программы с планами

фундаментальных научных исследований ведущих университетов, государственных научных центров, а также с мероприятиями, выполняемыми в рамках других государственных, ведомственных и отраслевых программ;

- готовит предложения по ресурсному обеспечению фундаментальных научных исследований государственных академий наук;

- рассматривает предложения по уточнению перечня основных направлений фундаментальных научных исследований ПФНИ на очередной финансовый год и плановый период (табл. 2.4).

Таблица 2.4 – Ассигнования из федерального бюджета на реализацию плана фундаментальных научных исследований государственных академий наук на 2013 - 2020 годы

Государственные академии	Выделяется денег	
	млрд. руб.	в %
Всего, в том числе:	**632,91**	**100,0**
Российская академия наук и ее региональные отделения	510,35	80,63
Российская академия медицинских наук	45,16	7,14
Российская академия сельскохозяйственных наук	68,36	10,80
Российская академия архитектуры и строительных наук	1,46	0,24
Российская академия образования	5,77	0,91
Российская академия художеств	1,81	0,28

Ассигнования из федерального бюджета на выполнение фундаментальных исследований в области экологии и природопользования по линии Российской академии наук на ближайшую перспективу представлены в таблице 2.5.

Таблица 2.5 – Ассигнования из федерального бюджета на реализацию программы фундаментальные научные исследования РАН с учетом региональных отделений на 2013 – 2020 гг., млрд. руб

Годы	РАН, в целом	в т.ч. по направлениям фундаментальных исследований		
		VI Биологические науки	VIII Науки о Земле	XI Глобальные проблемы и м/народ.отношения
2013	55,03	9,36	10,03	0,59
2014	57,02	9,71	10,42	0,61
2015	57,19	9,74	10,46	0,61
2016	60,66	10,33	11,09	0,65
2017	64,64	11,01	11,82	0,69
2018	68,47	11,66	12,52	0,73
2019	71,99	12,26	13,16	0,77
2020	75,35	12,83	13,78	0,80
Всего:	**510,35**	**86,90**	**93,28**	**5,45**

Реализация мероприятий ПФНИ позволяет создать условия и предпосылки для активизации инновационной деятельности, поддержания научного приоритета России в фундаментальных научных исследованиях мирового уровня, а также для возвращения передовых позиций российской фундаментальной науки.

Значительное место в организации фундаментальных исследований отводится **Российскому фонду фундаментальных исследований** (РФФИ), который был создан указом Президента Российской Федерации № 426 от 27 апреля 1992 года по инициативе крупнейших ученых страны.

РФФИ занимает весьма значимое место в системе организации отечественной науки. Создание РФФИ означало рождение принципиально новой для российской науки организационной формы – открывшей ученым более широкие возможности творческого самовыражения, позволившей им самостоятельно осуществить выбор тематики исследований, создать творческие коллективы и сконцентрировать средства на наиболее перспективных работах.

Во главе РФФИ в разные годы стояли известные российские ученые - директор-организатор Фонда академик А. А. Гончар, академик В. Е. Фортов, академик М. В. Алфимов, академик В. Ю. Хомич. С июня 2008 г. Российский фонд фундаментальных исследований возглавил академик В. Я. Панченко.

Фонд поддерживает наиболее активный научно-технический потенциал страны, обеспечивает ученых России финансовой поддержкой, реализует конкурсные механизмы финансирования научных исследований на основе экспертных оценок наиболее уважаемых членов научного сообщества.

РФФИ – самоуправляемая государственная некоммерческая организация в форме федерального учреждения, находящегося в ведении Правительства РФ, основной целью которой является поддержка научно-исследовательских работ по всем направлениям фундаментальной науки и которая призвана построить новые отношения между учеными и государством.

Основная задача Фонда, в соответствии с Уставом, – это проведение конкурсного отбора лучших научных проектов из числа тех, что представлены Фонду учеными в инициативном порядке, и последующее организационно-финансовое обеспечение поддержанных проектов.

Практическая реализация в РФФИ новых для нашей страны принципов позволила выявить и поддержать наиболее талантливую и жизнеспособную часть ученых, ведущих первоклассные фундаментальные исследования в научных учреждениях государственных академий, в университетах, вузах и прикладных институтах.

Российский фонд фундаментальных исследований поддерживает фундаментальные исследования по следующим основным областям знаний:

1. математике, механике и информатике (01);
2. физике и астрономии (02);
3. химии и наукам о материалах (03);

4. биологии и медицинской науке (04);
5. наукам о Земле (05);
6. наукам о человеке и обществе (06)
7. информационным технологиям и вычислительным системам (07);
8. фундаментальным основам инженерных наук (08).

Средства Фонда формируются за счет:

- государственных ассигнований, составляющих до 6% от средств, выделяемых на гражданскую науку в бюджете Российской Федерации;
- добровольных взносов предприятий, учреждений, организаций и граждан, в том числе иностранных юридических и физических лиц.

Средства Фонда используются на:

- финансирование научных проектов и иных мероприятий, отобранных на конкурсах, проводимых Фондом;
- приобретение и распространение научной информации в целях поддержки фундаментальных научных исследований;
- содержание аппарата, развитие материально-технической и информационной базы Фонда, проведение экспертиз.

Между областями знания финансовые средства распределяются с учетом количества поступающих заявок на конкурс инициативных проектов.

Для достижения основной цели - поддержки фундаментальных научных исследований - Фонд:

а) проводит отбор на конкурсной основе проектов;

б) разрабатывает и утверждает порядок рассмотрения представляемых на конкурс проектов, порядок проведения экспертизы проектов и предложений;

в) осуществляет финансирование отобранных проектов и мероприятий, а также контролирует использование выделенных средств;

г) поддерживает международное научное сотрудничество в области фундаментальных научных исследований, включая финансирование совместных научно-исследовательских проектов;

д) осуществляет подготовку, выпуск и распространение информационных и других материалов о деятельности Фонда;

е) участвует в выработке предложений по формированию государственной научно-технической политики в области фундаментальных научных исследований.

Виды конкурсов РФФИ:

а) Инициативные научные проекты

б) Развитие материально-технической базы научных исследований

г) Организация российских и международных научных мероприятий на территории России

д) Издательские проекты

з) Участие российских ученых в международных научных мероприятиях за рубежом

к) Организация экспедиций

м) Поддержка молодых ученых

н) Ориентированные фундаментальные исследования

о) Региональные проекты

п) Научно-популярные статьи

р) Аналитические обзоры

Распределение средств между различными видами деятельности РФФИ ежегодно утверждается Советом Фонда. Основная часть средств Фонда (около 50%) направляется на финансирование инициативных научных проектов, выполняемых небольшими научными коллективами (до 10 человек) или отдельными учеными. Инициативный проект финансируется не более трех лет.

За период с 1992 по 2008 гг. РФФИ провел шестнадцать циклов конкурсов по всем разделам естественных и гуманитарных наук, а также с 2005 г. по фундаментальным основам инженерных наук.

С 1997 г. РФФИ приступил к организации совместных региональных конкурсов с администрациями субъектов Российской федерации. С 2004 г. Фонд проводит конкурсы по инициативным ориентированным фундаментальным исследованиям, направленным на продвижение результатов проектов РФФИ в прикладные области. С РФФИ взаимодействуют ученые, из более чем 4000 организаций России. В настоящее время Фонд осуществляет 13 видов конкурсов и конкурсных программ поддержки ученых, в том числе международные (с 17 странами в 2007 г.), региональные – с 60 субъектами всех федеральных округов (более подробно см. www rsci.ru/grants/fonds/91.php).

В 2007 г. Фонд приступил к реализации Программы поддержки молодых ученых России, а также стран СНГ.

Финансирование РФФИ из бюджета государства:

- 1993г. – 18,05 млн. руб;
- 2000 г. – 0,99 млрд. руб;
- 2005 г. – 3,36 млрд. руб;
- 2010 г. – 6,0 млрд. руб;
- 2013 г. – 8,0 млрд. руб.

Распределение бюджетных средств (2013 г):

- ориентированные фундаментальные исследования – 1,20 млрд. руб;
- региональные конкурсы – 0,26 млрд. руб;
- научные проекты молодых ученых – 1,43 млрд. руб;
- проекты небольших групп ученых, включая поддержку экспедиций и конференций на территории РФ – 4 млрд. руб.

Распределение бюджетных средств между областями знаний за 2013 г., относящиеся к экологии и природопользованию:

- Науки о Земле – 11,35%;
- Биология и медицинские науки – 21,33%;
- Науки о человеке и обществе – 6,5%;
- Фундаментальные основы инженерных наук – 14,07 %.

Распоряжением Правительства Российской Федерации от 27 декабря 2012 года за № 2538-р утверждена **Программа фундаментальных научных исследований в Российской Федерации на долгосрочный период (2013 - 2020 годы)** (далее - ПФНИ) разработанная в соответствии с Указом Президента Российской Федерации от 7 мая 2012 г. № 599 "О мерах по реализации государственной политики в области образования и науки".

Проведенный анализ показывает, что академический сектор науки выполняет широкий спектр фундаментальных исследований как в части получения новых знаний, так и в части научного обеспечения реализации стратегических приоритетов страны. Вместе с тем по ряду абсолютных показателей результативность отечественных фундаментальных исследований существенно уступает развитым странам. Это требует принятия ряда мер по организации фундаментальной науки.

В настоящее время в государственном секторе науки фундаментальные исследования в гражданской сфере проводятся учреждениями государственных академий наук, национальным исследовательским центром "Курчатовский институт", государственными научными центрами, научными учреждениями Министерства здравоохранения Российской Федерации, высшими учебными заведениями, в том числе Московским государственным университетом имени М.В. Ломоносова, Санкт-Петербургским государственным университетом, федеральными и национальными исследовательскими университетами.

Возникает задача координации работы основных участников по развитию фундаментальных исследований в Российской Федерации, которую призвана решить ПФНИ.

Основной целью развития сектора фундаментальных исследований, заложенной в Стратегии инновационного развития, является восстановление лидирующих позиций российской фундаментальной науки на мировой арене. Стратегической целью государственной политики является обеспечение к 2020 году мирового уровня исследований и разработок, глобальной конкурентоспособности Российской Федерации на направлениях, определенных национальными научно-технологическими приоритетами.

Целью ПФНИ является формирование с учетом институциональных преобразований сбалансированного и устойчиво развивающегося сектора фундаментальных исследований, обеспечение расширенного воспроизводства знаний об основах мироздания, закономерностях развития природы, человека и общества, ускорение интеграционных процессов российской науки и образования, повышение эффективности исследований и их использования для разработки перспективных технологий, необходимых для реализации стратегических задач социально-экономического развития страны.

Одними из главнейших задач ПФНИ являются:

формирование в Российской Федерации сектора фундаментальных исследований, обеспечивающего устойчивый экономический рост и высокий

уровень конкурентоспособности российской научной сферы на мировом рынке;

опережающее развитие междисциплинарных исследований и разработок, создание принципиально нового междисциплинарного научного задела, обеспечивающего научно-технологический прорыв по приоритетным направлениям модернизации экономики.

Формирование и реализация ПФНИ осуществляются на основе следующих принципов:

формирование научно обоснованного прогноза развития науки, техники и технологий, создание научным сообществом на этой базе единой системы приоритетов фундаментальных исследований с учетом мировых тенденций развития науки;

комплексности фундаментальных исследований.

В рамках ПФНИ реализуются следующие мероприятия:

фундаментальные исследования, проводимые учреждениями государственных академий наук;

междисциплинарные фундаментальные исследования, выполняемые национальными исследовательскими центрами, и фундаментальные исследования, выполняемые в отраслевом секторе науки государственными научными центрами и ведущими научными организациями;

фундаментальные исследования, проводимые в вузовском секторе, включающем ведущие классические университеты Российской Федерации, федеральные университеты и национальные исследовательские университеты;

фундаментальные исследования, финансируемые государственными научными фондами (Российский фонд фундаментальных исследований, Российский гуманитарный научный фонд);

фундаментальные исследования, осуществляемые в соответствии с отдельными актами Президента Российской Федерации и Правительства Российской Федерации.

Мероприятие "Фундаментальные исследования, проводимые учреждениями государственных академий наук" реализуется в рамках программы фундаментальных научных исследований государственных академий наук, разрабатываемой в соответствии со статьей 6 Федерального закона "О науке и государственной научно-технической политике".

Мероприятие "Междисциплинарные фундаментальные исследования, выполняемые национальными исследовательскими центрами, и фундаментальные исследования, выполняемые в отраслевом секторе науки государственными научными центрами и ведущими научными организациями" реализуется в рамках Программы совместной деятельности организаций, участвующих в пилотном проекте по созданию национального исследовательского цента "Курчатовский институт", разрабатываемой в соответствии со статьей 4 Федерального закона "О национальном исследовательском центре "Курчатовский институт", утверждаемой Правительством РФ (далее - *Программа совместной деятельности*), а также

соответствующих программ других национальных исследовательских центров и планов фундаментальных исследований научных учреждений Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Целью *Программы совместной деятельности* в части фундаментальных научных исследований является создание принципиально нового междисциплинарного научного задела, обеспечивающего научно-технологические прорывы по приоритетным направлениям развития науки, технологий и техники в Российской Федерации: "Индустрия наносистем", "**Энергоэффективность, энергосбережение**, ядерная энергетика", "**Науки о жизни"**, **"Рациональное природопользование",** "Перспективные виды вооружения, военной и специальной техники", "Информационно-телекоммуникационные системы", "Безопасность и противодействие терроризму", утвержденным Указом Президента Российской Федерации от 7 июля 2011 г. № 899.

Мероприятие "Фундаментальные исследования, проводимые в вузовском секторе, включающем ведущие классические университеты Российской Федерации, федеральные университеты и национальные исследовательские университеты" реализуется в рамках планов фундаментальных исследований ведущих университетов Российской Федерации, федеральных университетов, национальных исследовательских университетов и образовательных учреждений, реализующих программы высшего профессионального образования.

Расширение исследовательских компетенций является необходимым условием для обеспечения качества образования мирового уровня и обеспечения глобальной конкурентоспособности наших университетов среди ведущих мировых научно-образовательных центров. В вузах должна быть создана благоприятная научно-образовательная среда, обеспечивающая непрерывную подготовку кадров высшей квалификации в секторе исследований и разработок, а также сферы высшего образования.

Мероприятие "Фундаментальные исследования, финансируемые государственными научными фондами (Российский фонд фундаментальных исследований, Российский гуманитарный научный фонд)" реализуется в рамках программ деятельности Российского фонда фундаментальных исследований и Российского гуманитарного научного фонда по направлениям, определяемым уставами государственных фондов, для решения основной задачи, которой является проведение конкурсов адресной и вневедомственной поддержки на выделение средств юридическим и физическим лицам для реализации научных проектов, проводимых в естественнонаучных областях знаний и гуманитарной сфере, а также в целях поддержки научной деятельности, направленной на реализацию научно-технической политики.

Выделение государственных грантов на проведение фундаментальных естественнонаучных исследований в Российской Федерации в настоящее время возложено на Российский фонд фундаментальных исследований. Основной задачей Российского фонда фундаментальных исследований

является осуществление адресной и вневедомственной поддержки научных проектов, проводимых в области математики, информационных технологий, механики, физики, химии, биологии, медицины, фундаментальных основ инженерных наук, наук о Земле, материалах, человеке и обществе.

Финансовое обеспечение реализации ПФНИ осуществляется в соответствии с утвержденными приоритетами фундаментальных исследований и учетом особенностей финансового обеспечения фундаментальных исследований в академическом, отраслевом и вузовском секторах науки, национальных исследовательских центрах, а также научных фондах (Российский фонд фундаментальных исследований, Российский гуманитарный научный фонд) в объемах, устанавливаемых федеральным законом о федеральном бюджете на очередной финансовый год и плановый период (табл. 2.6).

Таблица 2.6 – Объемы ассигнований из федерального бюджета на реализацию программы РФФИ на долгосрочный период (2013 – 2020 годы), млрд. руб

Годы	По программе в целом	в том числе			
		фундаментальные исследования, проводимые			
		государственные академии	НИЦ, отраслевая наука	вузовский сектор	РФФИ, РГНФ
2013		68,29	1,19	3,02	8,95
2014		70,71	1,28	3,02	10,39
2015		70,94	1,38	3,02	12,31
2016		75,21	1,70	3,02	18,20
2017		80,11	1,81	3,02	20,70
2018		85,00	1,99	3,02	24,40
2019		89,30	2,19	3,02	25,60
2020		93,35	2,41	3,02	26,90
Всего	**737,09**	**632,91**	**13,95**	**24,16**	**147,45**

В рамках РФФИ имеются региональные программы, такие как: «Поволжье», «Урал», «Сибирь», «Агидель» и т.д.

Программы, курирующие экологические проблемы:

1. Возрождение Волги,
2. Радиационная безопасность,
3. Мониторинг окружающей среды и природных ресурсов.

Российский Гуманитарный Научный Фонд (РГНФ) создан Постановлением Правительства Российской Федерации 8 сентября 1994 г. в целях государственной поддержки развития гуманитарных наук, приумножения накопленных научных знаний и широкого распространения их в обществе, возрождения традиций отечественной гуманитарной науки. Деятельностью РГНФ руководит Совет Фонда.

РГНФ - самоуправляемая государственная организация, средства которой формируются за счет государственных ассигнований и привлеченных средств. Фонд поддерживает научные исследования во всех областях гуманитарного знания: философии, политологии, социологии, науковедению, праву, экономике, истории, археологии, этнологии, искусствоведению, филологии, психологии, педагогике, комплексным проблемам изучения человека.

РГНФ ежегодно организует несколько видов конкурсов**:**

-исследовательских проектов; Фондом поддерживаются проекты исследований по гуманитарным и общественным наукам по направлениям 01 (история; археология; этнография), 02 (экономика), 03 (философия; социология; правоведение; политология; социальная история науки и техники; науковедение), 04 (филология; искусствоведение), 06 (комплексное изучение человека; психология; педагогика; социальные проблемы медицины и экологии человека).

- проектов организации экспедиций, полевых, экспериментально-лабораторных исследований и научно-реставрационных работ;

Фонд осуществляет поддержку проектов организации экспедиционных, полевых, экспериментально-лабораторных исследований и научно-реставрационных работ, включая статистические обследования, моделирование социально-экономических процессов, разработку методик проведения экспериментов, научно-реставрационных работ по направлениям 01, 02, 03, 04, 06.

Фондом поддерживаются проекты создания информационных систем для проведения гуманитарных исследований по областям знаний 01, 02, 03, 04, 06.

С 1998 г. в целях консолидации усилий центральных и региональных органов по поддержке науки проводятся региональные конкурсы.

На региональном уровне организация научных исследований возложена на Академию наук Республики Башкортостан, которая координирует фундаментальные и приоритетные прикладные исследования в соответствии с государственным заказом.

Исследования в «Основных направлениях научной деятельности Академии наук Республики Башкортостан», сгруппированы по 7 направлениям, исследования экологического характера, по природопользованию представлены в подпрограммах:

3. Исследования в области экологии, здоровья человека, медико – биологических проблем;

4. Разработка проблем природопользования, научных основ наращивания потенциала природных ресурсов и их эффективного использования на основе новейших технологий.

В Республике Башкортостан принята республиканская целевая программа «Экология и природные ресурсы РБ на 2004-2010 годы и на период до 2015 г.», со следующими подпрограммами:

1. Леса, материальное сырье.

2. Водные ресурсы и водные объекты.
3. Водно-биологические ресурсы и аквакультуры.
4. Регулирование качества окружающей среды.
5. Отходы.
6. Поддержка особо-охраняемых территорий.
7. Сохранение редких видов животных и растений.

Инновационные программы и проекты АН РБ включены для участия в системе Центра исследования и научных разработок «Сколково».

2.3.1 Российская академия наук

Реализация плана развития российской науки осуществляется академическими институтами РАН, отраслевыми институтами, вузовской наукой и научными коллективами различного ведомственного подчинения. По широте охвата научных направлений и объему выполняемых работ **Российской академии наук** (РАН) принадлежит основная роль с ее многочисленными, многопрофильными академическими институтами.

Российская академия наук (РАН) – старейшая, авторитетнейшая научная организация страны, которая была учреждена Указом Петра I от 8 февраля 1724 года. По состоянию на 01.05.2013 года система РАН включает 395 научных учреждений в 15 региональных научных центрах, где работают 95 тыс. человек (13% занятых в науке по стране). В академии работают более 45 тысяч научных сотрудников, в том числе 10126 - докторов наук (507 академиков и 751 член – корреспондент); 24283 – кандидатов наук, 13036 – сотрудников без научной степени. Средний возраст академиков составляет 73 года, докторов и кандидатов наук – 60 лет (*в России 1641 академик всех академий*).

Российская академия наук – государственная академия наук, высшая научная организация Российской Федерации, ведущий центр фундаментальных исследований в области естественных и общественных наук. Основной целью деятельности Российской академии наук является организация и проведение фундаментальных исследований, направленных на получение новых знаний о законах развития природы, общества, человека и способствующих технологическому, экономическому, социальному и духовному развитию России.

Российская академия наук является некоммерческой научной организацией, созданной в форме государственной академии наук и выполняющей важные конституционно – публичные задачи по обеспечению благополучия и процветания России и свободы научного творчества.

В академии сосредоточен внушительный интеллектуальный и научно-технический потенциал. Научные работники – наиболее подготовленная и активная часть научных кадров России в области математических, естественных, технических, гуманитарных и общественных наук.

Базовая функция академии - выполнение фундаментальных и прикладных исследований, как основы бизнеса, современного образования и подготовки научно-педагогических кадров высшей квалификации, принимаемых решений и проектов государственного масштаба, определения приоритетных направлений развития потенциала страны, сохранения на этой основе статуса страны как мировой научной державы.

Главное преимущество и основа развития нашей академии - талантливые квалифицированные кадры всех поколений и научных специальностей, созданные научные школы, научные традиции, принципы свободы, самоуправления и демократии. Среди них немало Нобелевских лауреатов (см. приложение Г).

Финансирование РАН государством в 2013 – 2015 гг. осуществляется на уровне 111,2 млрд. рублей, что составляет 31,3% в общей структуре финансов академии. Внебюджетные средства (66,3%) поступают в академию в виде грантов из различных фондов и спецпроектов по линии Министерства обороны и 2,4% финансовых средств поступают от аренды имущества РАН. Получая 13% бюджета государства, выделяемого на науку, РАН производит 60 % фундаментальной научной продукции страны.

Возглавляет академию – Президент РАН. Последние 4 срока (1996 г., 2001 г., 2006 г., 2008 г.,) эту должность занимал российский математик и механик, педагог, профессор (1975), действительный член (академик) РАН (1997) - Осипов Ю.С (1936 г.р.), избранный 17 декабря 1991 года. На Общем собрании РАН, состоявшемся 29.05.2013 г. после выборов, президентом РАН стал академик РАН В.Е. Фортов – директор Объединенного института высоких температур (ОИВТ РАН).

В июле с.г. Министерством образования и науки в Государственную Думу был внесен законопроект о реформировании РАН, предусматривающий передачу недвижимости академии специализированному агентству, которая будет обеспечивать нормальное функционирование подведомственных учреждений, а ученым оставить саму науку. Это агентство должно подчиняться Правительству РФ, а не Министерству образования и науки, как первоначально предусматривалось. Государственной Думой в 18 сентября был принят Закон «О реформе РАН».

Это интересно
Кстати, первым член – корреспондентом Российской академии стал П.И. Рычков (1712 - 1777), руководивший одной из экспедиций «Оренбургской («Известной») экспедиции», которая исследовала территорию Башкирии. Он является первым летописцем Башкирии. Первая печатная работа П.И. Рычкова по материалам экспедиции была напечатана в 1755 году академиком Г.Ф. Миллером в журнале «Ежемесячные сочинения и переводы, к пользе и увеселению служащие» в виде статьи «Переписка между двумя приятелями о коммерции». В 1759 году в «Ежемесячных сочинениях ...» публикуется большая работа Рычкова «История Оренбургская», в которой он описал события в Оренбургском крае с петровских

времен до 1750 года. Будучи по натуре человеком очень скромным и строго оценившим свои успехи в науке, Рычков просил Миллера представить его в члены Академии. Академик Миллер написал соответствующее ходатайство, в котором указывал прошлые научные заслуги Рычкова. Петр Иванович не заканчивал никакого учебного заведения, являясь по существу самоучкой, хотя и обладал значительными знаниями. Во – вторых, для академика следовало по тем временам написать трактат на латыни, чего Рычков сделать не мог. Одним словом, член Академии (академик) призван был олицетворять наивысшую по тем временам образованность и ученость. Но Михаил Васильевич Ломоносов, который также поддерживал П.И. Рычкова, нашел выход, предложив учредить новое звание члена – корреспондента Академии наук (работающий как корреспондент) и первому присудить в 1759 году его Петру Ивановичу Рычкову.

2.3.2 Академия наук Республики Башкортостан

Государственное научное учреждение «Академия наук Республики Башкортостан» является некоммерческой организацией, созданной в форме государственного научного учреждения Республики Башкортостан, осуществляющей научную и научно-техническую деятельность в интересах общественно-политического, социально-экономического и культурно-духовного развития республики, финансовое обеспечение деятельности которой осуществляется за счет средств бюджета Республики Башкортостан, а также от приносящей доход деятельности на основе утвержденной сметы доходов и расходов.

Государственное научное учреждение «Академия наук Республики Башкортостан» создано Указом Президиума Верховного Совета Башкирской ССР от 6 февраля 1991 года № 6-2/51 «Об учреждении Академии наук Башкирской ССР».

Функции учредителя Академии наук Республики Башкортостан осуществляет Президент Республики Башкортостан.

В структуру Академии наук Республики Башкортостан входят отделения по отраслям и направлениям науки, институты, научное издательство, центры и филиалы.

Академия наук Республики Башкортостан объединяет: членов Академии наук Республики Башкортостан (действительных членов (академиков), членов-корреспондентов, почетных членов), докторов наук, являющихся членами ее отделений, а также научных сотрудников организаций Академии наук Республики Башкортостан.

Основной целью Академии наук Республики Башкортостан является проведение фундаментальных и прикладных научных исследований по важнейшим проблемам естественных, технических и гуманитарных наук, способствующих общественно-политическому, социально-экономическому и культурно-духовному развитию Республики Башкортостан.

Академия наук Республики Башкортостан координирует фундаментальные и приоритетные прикладные исследования в соответствии с государственным заказом.

Результаты научных исследований, выполненных в Академии наук Республики Башкортостан, являются государственной собственностью Республики Башкортостан.

Основными задачами Академии наук Республики Башкортостан являются:

- научное обеспечение развития Республики Башкортостан и ее многонационального народа;
- интеграция научных организаций Республики Башкортостан с российским и мировым научными сообществами;
- содействие талантливым ученым Республики Башкортостан в творческой и организационной деятельности;
- укрепление связей между наукой и образованием, участие в образовательной деятельности;
- содействие во внедрении в практику результатов научно-исследовательской деятельности;
- подготовка научных кадров через аспирантуру и докторантуру;
- повышение престижа знаний и науки, статуса и социальной защищенности работников науки и образования;
- контроль за целевым использованием средств в подведомственных организациях.

Основными направлениями научной деятельности Академии наук Республики Башкортостан являются:

- исследования гуманитарных, социально-экономических и политико-правовых проблем развития Республики Башкортостан;
- исследования в области физико-математических, химических и биологических наук;
- исследования в области экологии, здоровья человека, медико-биологические проблемы;
- разработка проблем природопользования, научных основ наращивания потенциала природных ресурсов и их эффективного использования на основе новейших технологий;
- разработка научных основ ведения агропромышленного производства Республики Башкортостан;
- исследования в области добычи нефти, нефтепереработки и нефтехимии;
- разработка новейших технологий машиностроения и приборостроения.

Научные организации, подведомственные Академии наук Республики Башкортостан:

1. ГАНУ «Институт региональных исследований».
2. ГАНУ «Институт прикладных исследований».

3. ГНУ «Институт гуманитарных исследований».
4. ГБНУ «Институт социально-политических и правовых исследований».
5. ГАНУ РБ «Институт аграрных исследований».
6. ГАНУ «Институт нефтегазовых технологий и новых материалов».
7. ГУ «Научно-исследовательский технологический институт гербицидов и регуляторов роста растений с опытно-экспериментальным производством».
8. ГУ «Уфимский научно-исследовательский институт глазных болезней».
9. ГАУ Республиканский научно-технологический и информационный комплекс «Баштехинформ».
10. Центр гидравлики трубопроводного транспорта.
11. ГУ «Научное издательство «Башкирская энциклопедия».
12. Издательство «Гилем».

Научные организации, находящиеся в совместном ведении Академии наук Республики Башкортостан и республиканских органов исполнительной власти:

1. ГУП «Институт проблем транспорта энергоресурсов Республики Башкортостан» Министерства промышленности, инвестиционной и инновационной политики Республики Башкортостан и ГНУ АН РБ.
2. ГУП «Институт нефтехимпереработки Республики Башкортостан» Министерства промышленности, инвестиционной и инновационной политики Республики Башкортостан и ГНУ АН РБ.

Научные организации, научно-методическое руководство которыми осуществляет Академия наук Республики Башкортостан:

1. ФГУП «Уфимский научно-исследовательский институт медицины труда и экологии человека» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека.
2. ГУП «Башкирский научно-исследовательский проектный институт строительных материалов «БашНИПИСпром» Министерства строительства, архитектуры и транспорта Республики Башкортостан.
3. ГУП «Опытный завод».

АН РБ представлена отделениями:

1. Отделение социальных и гуманитарных наук.
2. Отделение наук о Земле и природных ресурсов.
3. Отделение физико-математических и технических наук.
4. Отделение химико-технологических наук.
5. Отделение биологических, медицинских и сельскохозяйственных наук.

Отделение наук о Земле и природных ресурсов. После Указа Президента Республики Башкортостан М.Г. Рахимова о создании Академии наук Республики Башкортостан (февраль 1991 г.) начинается формирование структурных подразделений Академии.

В числе первых в октябре 1991 г. были образованы:

- Отделение наук о Земле (академик-секретарь М.А. Камалетдинов, с 2005 г. - чл.- корр. АН РБ Ю.В. Казанцев);
- Отделение физико-математических и технических наук (академик-секретарь А.В. Бакиев).

Академия наук Республики Башкортостан при своем создании объединила в свои ряды ученых, работающих в высших учебных заведениях, научно-исследовательских институтах и в системе академической науки. Накопленные знания и огромный научный потенциал в вузах, опыт освоения передовых технологий в отраслевых институтах и фундаментальные исследования в академических учреждениях явились надежной основой создания самостоятельного Отделения нефти и газа в республиканской академии (июнь 1995 г.).

Первым академиком-секретарем был избран чл.-корр. АН РБ Н.Ф. Кагарманов. В 1997-2000 гг. Отделение возглавляли чл.-корр. АН РБ А.Ф. Ахметов, с 2000 г. - академик АН РБ А.В. Бакиев.

Отделение наук о Земле и природных ресурсов АН РБ образовалось путем укрупнения двух Отделений: наук о Земле и нефти и газа (сентябрь 2006 г.). Академиком-секретарем Отделения был избран академик АН РБ А.В. Бакиев.

В состав Отделения входят: Институт нефтегазовых технологий и новых материалов, Институт проблем транспорта энергоресурсов, Институт нефтехимпереработки.

В решении научных проблем нефтегазового дела активное участие принимают ученые Уфимского государственного нефтяного технического университета и Башкирского государственного университета.

В соответствии с научной специализацией ученые объединены в следующие научные советы:

- Общая и теоретическая геология;
- Геология нефти и газа;
- Геофизика и гидрогеология;
- Экология и природопользование
- Проблемы нефтегазодобычи;
- Проблемы нефтегазопереработки;
- Транспорт нефти и газа;
- Нефтегазовое оборудование и аппаратостроение;
- Геоинформационные системы

Отделение химико-технологических наук. Отделение химии (с 2006 г. - Отделение химико-технологических наук), основанное в 1992 г., возглавляли академик АН РБ, член-корреспондент РАН У.М.Джемилев (1992 - 1994 гг.), академик АН РБ Д.Л. Рахманкулов (1994 - 1995 гг.), д-р хим. наук Ю.А. Прочухан (1995 - 1998 гг.), академик АН РБ К.С. Минскер (1998 - 2003 гг.). С 2003 г. по настоящее время академиком-секретарем является академик АН РБ И.Б.Абдрахманов.

Отделение химико-технологических наук имеет в составе два учреждения: Научно-исследовательский технологический институт гербицидов и регуляторов роста растений с опытно-экспериментальным производством (НИТИГ АН РБ) и Опытный завод АН РБ.

Отделение химико-технологических наук Академии наук Республики Башкортостан координирует проведение исследований в различных областях химии и химической технологии. Приоритетами являются разработка и организация производства новых видов конкурентно способной химической продукции и развития импортозамещающих производств за счет глубокой переработки сырья, возобновляемых ресурсов и использования наукоемких энерго- и ресурсосберегающих экологически чистых технологий.

Основными направлениями исследований являются разработка новых материалов для промышленности на основе крупнотоннажного, малоиспользуемого и возобновляемого сырья Республики Башкортостан, природных и синтетических препаратов для медицины и сельского хозяйства, энерго-, ресурсосберегающие технологий для создания инновационной продукции.

Члены Отделения вносят значительный вклад в развитие научной и научно-производственной основ химии, нефтехимии, биотехнологии, агропромышленного комплекса.

Отделение биологических и сельскохозяйственных наук. Отделение биологических наук было организовано 13 сентября 1995 года Постановлением Президиума АН РБ №18/9 от 13.06.95. Из Отделений сельскохозяйственных и медицинских наук в Отделение биологических наук были переданы научные направления по проблемам биологических и почвенных ресурсов, физико-химической и медицинской биологии, общей биотехнологии, генно-инженерной биологии и научно-технические программы по этим направлениям.

22 июня 2006 г. Отделение биологических наук было преобразовано в Сектор биологических наук в составе Отделения биологических, медицинских и сельскохозяйственных наук АН РБ.

Более 10 лет Отделение биологических наук возглавлял академик - секретарь - чл.-корр. АН РБ Ф.Х. Хазиев (1995-2006). В этот же период данное отделение курировал вице - президент академик АН РБ В.А. Вахитов. С 23 июля 2006 г. он был назначен заведующим сектором биологических наук, а с 2008 г. куратором по биологическим наукам стала чл.-корр. АН РБ Э.К. Хуснутдинова.

Сектор курирует по линии ГНТП РБ научную деятельность Института биологии, Института биохимии и генетики и Ботанического сада-института УНЦ РАН, Башкирского государственного аграрного университета, Башкирского государственного университета, Башкирского государственного природного заповедника, Башкирского государственного педагогического университета, Сибайского и Стерлитамакского филиалов АН РБ.

Отделение сельскохозяйственных наук было создано в составе Академии наук РБ в 1992 году. На его базе в 1999 году совместным решением президиумов Российской академии сельскохозяйственных наук и Академии наук РБ был создан Башкирский научный центр РАСХН и АН РБ (БНЦ РАСХН).

С 1992 года по настоящее время академиком - секретарем и куратором исследований по аграрным наукам является чл.-корр. РАСХН, акад. АН РБ У.Г. Гусманов.

Отделение медицинских наук. Отделение медицинских наук Академии наук Республики Башкортостан создано в конце октября 1991 г. На его базе Постановлением Кабинета Министров Республики Башкортостан (№ 169 от 21 мая 1996г.) и Постановлением Президиума РАМН (Протокол № 11, от 5 июня 1996г. организован Башкирский научный центр Российской академии медицинских наук (в дальнейшем Отделение-Центр).

С июня 2006 г. отделение медицинских наук вошло в состав Отделения биологических, медицинских и сельскохозяйственных наук (Постановление АН РБ №2 от 22.06.06 г.) и работает в статусе Отделения медицинских наук АН РБ - БНЦ РАМН (Сектор - Центр).

На Общем собрании 28.09.2011г. Отделения биологических, медицинских и сельскохозяйственных наук было принято решение выделить медицинский сектор в самостоятельное структурное подразделение - Отделение медицинских наук.

В целях координации фундаментальных и прикладных исследований в области медицинских наук назначен ответственным по медицинским наукам АН РБ (на общественных началах) чл.-корр. РАМН, АН РБ В.М. Тимербулатов (Приказ Президента АН РБ № 16 от 24.03.2008г.).

2.4 Логика процесса научного исследования

Язык науки и понятийный аппарат. Выбор направления исследования. Технико - экономическое обоснование научного исследования. Грант Этапы научно-исследовательской работы

Язык науки и понятийный аппарат. Планирование исследования заключается в предварительной разработке научного аппарата, определяющего содержание и технологию проведения исследования.

За последние несколько столетий язык науки не претерпел существенных изменений. Это говорит об известном консерватизме формы научного произведения. Форма научного произведения не зависит от его вида. Это значит, что курсовая, дипломная работа, кандидатская диссертация имеют единый язык и различаются лишь объемом выполненной работы.

Понятийный аппарат научных исследований образуют: актуальность исследования, его цель, проблема, предмет, гипотеза, задачи, методика, новизна, практическая значимость.

Оформление аппарата научного исследования требует значительного времени и опыта. Для его приобретения целесообразно взять несколько авторефератов дипломной работы, кандидатской диссертации познакомиться с первыми 2-3 страницами, на которых обычно оформляются все элементы аппарата научного исследования.

Научный аппарат позволяет разработать стратегию, тактику, самоэкспертизу исследования. Каждый из этих разделов содержит несколько исследовательских операций.

Опираясь на систему методологических принципов, исследователь определяет:

* объект и предмет исследования;
* последовательность их решения;
* применяемые методы.

Как уже упоминалось выше (см. стр. 18), имеется два основных этапа, два характерных уровня научного исследования: а) эмпирический, б) теоретический.

Эмпирический этап связан с получением и первичной обработкой исходного фактического материала. Обычно разделяют: факты действительности и научные факты.

Факты действительности - это события, явления, которые происходили или происходят на самом деле, это различные стороны, свойства, отношения изучаемых объектов.

Научные факты - это отраженные сознанием факты действительности, причем обязательно проверенные, осмысленные и зафиксированные в языке науки в виде эмпирических суждений.

Эмпирический этап состоит из 2-х ступеней (стадий) работы:

- первая стадия - это процесс добывания, получения фактов, ибо очевидно, что для осмысливания, анализа фактов их нужно прежде всего иметь;

- вторая стадия эмпирического исследования включает в себя первичную обработку и оценку фактов в их взаимосвязи, т.е. включает в себя:

- осмысление и строгое описание добытых фактов в терминах научного языка;

- классификация фактов по различным основаниям и выявление основных зависимостей между ними.

В ходе этого этапа исследователь осуществляет:

а) критическую оценку и проверку каждого факта, очищая его от случайных и несущественных примесей;

б) описание каждого факта в определенных терминах той науки, в рамках которой ведется исследование;

в) отбор из всех фактов типичных, наиболее повторяющихся и выражающих основные тенденции развития;

г) классификацию фактов по видам изучаемых явлений, по их существенности, приводит их в систему;

д) вскрывает наиболее очевидные связи между отобранными фактами, т.е. на эмпирическом уровне исследует закономерности, которые характеризуют изучаемые явления.

Теоретический этап и уровень исследования. Он связан с глубоким анализом фактов, с проникновением в сущность исследуемых явлений, с познанием и формулированием в качественной и количественной форме законов, т.е. с объяснением явлений.

Далее на этом этапе осуществляется прогнозирование возможных событий или изменений в изучаемых явлениях, вырабатываются принципы действия, рекомендаций о практическом воздействии на эти явления.

Теоретический этап включает в себя ряд последовательных стадий работы, на которых научное знание облекается в определенные формы, существуя и развиваясь в них и через них.

Связующим звеном между эмпирическим и теоретическим этапом является постановка проблемы.

Это значит:

* определить известное и неизвестное, факты, объясненные и требующие объяснения; факты, соответствующие теории и противоречащие ей;

* сформулировать вопрос, выражающий основной смысл проблемы, обосновать его правильность и важность для науки;

* наметить конкретные задачи, последовательность их решения и применяемые при этом методы.

Главная задача исследователя - выявить причины явлений, законы, ими управляющие. Поэтому и основной разновидностью гипотезы является предположение о причине, условиях, о законе возникновения, существования, развития изучаемых явлений.

Доказательство - следующая необходимая стадия и форма, в которой существует и развивается далее научное знание.

Доказательство осуществляется, прежде всего, практическим путем, но в данном случае речь идет о логическом, теоретическом доказательстве - есть суть, состоит в подтверждении или опровержении выдвигаемых положений теоретическими аргументами.

Итак, научное исследование в каждом цикле совершает движение от эмпирии к теории и от теории к проверяющей ее практике.

Этот процесс включает определенные стадии и характерные формы, в которых существует и развивается научное знание:

* получение и описание фактов - постановка научных проблем;

* выдвижение гипотез новых идей и положений;

* формирование теории, органическое включение в нее доказанных положений.

Завершение каждого цикла есть одновременно и начало нового цикла, ведущего к дальнейшему развитию и обогащению теории.

2.5 Планирование научных исследований

Выбор направления, темы научного исследования и постановка научных вопросов является чрезвычайно ответственной задачей. Актуальные направления и комплексные проблемы исследований формулируются в директивных документах правительства нашей страны. Направление исследования часто предопределяется спецификой научного учреждения, отраслью науки, в которых работает исследователь. Конкретизация направления исследования является результатом изучения состояния производственных запросов, общественных потребностей и состояния исследований в том или ином направлении на данном отрезке времени.

При выборе проблемы и тем научного исследования вначале на основе анализа противоречий исследуемого направления формулируется сама проблема и определяются в общих чертах ожидаемые результаты, затем разрабатывается структура проблемы, выделяются темы, вопросы, исполнители, устанавливается их актуальность.

При этом важно уметь отличать псевдопроблемы (ложные, мнимые) от научных проблем. Это связано с недостаточной информированностью научных работников, исполнителей, поэтому иногда возникают проблемы, целью которых оказываются ранее полученные результаты. Это приводит к напрасным затратам труда ученых и средств. Вместе с тем следует отметить, что иногда при разработке особо актуальной проблемы приходится идти на ее дублирование с целью привлечения к ее решению различных научных коллективов в порядке конкурса.

Любое научное исследование – это прежде всего творчество, использование нестандартных подходов. И поэтому, для поиска решения сложных научных, научно-технических задач очень часто пользуются **методами творческого мышления.** Методы творческого мышления можно разделить на две большие группы: *эвристические* методы и *алгоритмические* методы. Эвристический метод включает в себя: мозговой штурм, синетику, экспертный метод, метод контрольных опросов, метод записной книжки Хефеле, метод фокальных объектов, интегральный метод «Метра», метод маленьких человечков. Алгоритмические методы включают: теорию решения изобретательских задач, метод морфологического ящика (более подробно см. стр.120, В.А.Тихонов и др.,2006).

Каждый научный коллектив или кафедра, университет, институт имеет свое научное направление исследований. Любое исследование должно быть обеспечено материальными и финансовыми ресурсами. Для того, чтобы их получить необходимо участвовать в конкурсе (тендер) на право заниматься

научно-исследовательской деятельностью по конкретной проблеме. Для этого готовится предплановый исходный документ – технико-экономическое обоснование (ТЭО) научного исследования.

2.5.1 Технико-экономическое обоснование научного исследования

Научно-исследовательская работа выполняется в определенной последовательности. Вначале формулируется сама тема в результате общего ознакомления с проблемой, в рамках которой предстоит выполнить исследование и разрабатывается исходный предплановый документ – технико – экономическое обоснование исследования. Только при наличии такого обоснования возможно дальнейшее планирование и финансирование темы заказчиком.

Составление ТЭО требует выполнения большой и серьезной работы. Выбору темы исследований должно предшествовать тщательное ознакомление с отечественными и зарубежными литературными источниками данной и смежной специальностей. Существенно упрощается методика выбора тем в научном коллективе, имеющем свои научные традиции (направления).

При коллективной разработке научного исследования большую роль приобретают критика, дискуссии и обсуждение. В процессе обсуждения выявляются новые, еще не решенные, острые вопросы и темы. Хорошее подспорье оказывает четко сформулированная задача заказчиком, это может быть министерство, объединение, в случае прикладных тем – завод, фирма, агентство и т.д.

В первом разделе ТЭО темы указываются причины разработки (ее обоснование), приводится краткий литературный обзор, в котором описываются уже достигнутый уровень исследований и ранее полученные результаты. Особое внимание уделяется еще нерешенным вопросам, обоснованию, актуальности и значимости работы для отрасли и народного хозяйства. Такой метод позволяет наметить методы решения, задачи и этапы исследования, определить конечную цель выполняемой темы. Сюда входит патентная проработка темы и определение целесообразности закупки лицензий.

Устанавливается область использования ожидаемых результатов НИР, возможность их практической реализации в данной отрасли и определяется предполагаемый экономический эффект от внедрения, использования результатов НИР. В результате составления ТЭО делается вывод о целесообразности и необходимости выполнения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР).

Следующим этапом разработки темы является внедрение результатов исследований в производство и определение экономической эффективности. Внедрение фундаментальных и прикладных научных исследований в производство осуществляется через разработки, проводимые, как правило, в опытно-конструкторских бюро, проектных организациях. Разработки

оформляются в виде опытно-технологических или опытно-конструкторских работ – опытные образцы, варианты технического проекта, стендовые и производственные испытания. Успешное выполнение перечисленных этапов дает возможность представить работу к испытаниям и далее запустить в производство. Внедрение завершается оформлением акта экономической эффективности.

Далее ТЭО должно пройти процедуру прохождения по конкурсу (выиграть грант) или утверждения учреждением, т.е. организации, которое затем осуществляет финансирование данной темы.

Выше была описана в общих чертах сама процедура подготовки документа, вне зависимости учреждения, где работает исследователь. В то же время, в настоящее время существуют множество фондов - помимо уже выше описанных – РФФИ, РГНИ - отечественных (см. приложение А) и иностранных (см. приложение Б), которые финансово поддерживают научные проекты по многим направлениям наук, в том числе естественным, экологической направленности в случаях, когда их находят актуальными.

«Грант» (англ. – ‘дар’) – это целевая финансовая дотация, предоставляемая ученым на проведение научных исследований.

Гранты являются одним из основных способов финансирования научных исследований на Западе. Ученый на Западе тратит более 30 % своего времени на написание заявок на гранты. Для российского ученого получение финансирования на конкурсной основе является относительно новым и непривычным делом.

Для получения гранта необходимо составить соответствующую заявку. Заявка на финансирование представляет собой письменную просьбу о поддержке (обычно деньгами или оборудованием), с которой вы обращаетесь в фонд, корпорацию или другое учреждение и предлагаете использовать вашу организацию, опыт и профессионализм ваших сотрудников для работы по решению проблемы в вашем районе, регионе или в какой-то специальной области. Обычно заявка состоит из 10 или 15 страниц хорошо подготовленного и написанного материала. То, что заявка большая по объему еще не означает, что она качественная. Заявки подаются на финансирование деятельности не против чего-либо, а для чего-либо. Заявка на финансирование – всегда позитивный инструмент. У позитивных заявок больше шансов получить положительный ответ.

Заявка должна выполнять следующие пять функций:

Заявка представляет программу, которую вы создали. Цель программы – решение реально существующей важной проблемы. Если отсутствует четко определенная проблема, то невозможно предлагать программу по ее решению. В заявке прописываются ваши идеи и пути решения проблем.

Заявка − это план. В заявке представлен подробный план действий по осуществлению проекта. План должен отражать тему или область вашей заявки.

Заявка − это просьба. Вы запрашиваете финансирование, техническую помощь, оборудование, книги, либо что-нибудь еще. Заявка − это не вымаливание денег, а хорошо продуманная просьба.

Заявка − орудие убеждения. Заявка − это инструмент, который вы используете для того, чтобы убедить грантодателя в возможности реализации ваших идей, чтобы грантодатель согласился с вами и с вашей программой, и, в конечном итоге, профинансировал ваш проект.

Заявкой вы убеждаете грантодателя в том, что вы абсолютно надежны, вселяете в него уверенность в вас и вашем проекте.

Заявка – это обещание и обязательство. В заявке вы обещаете решить определенную проблему. Вы также берете на себя обязательство оставаться в рамках предложенного проекта. Ваше обещание и обязательство морального плана, однако, если вы получите финансирование, это обещание и обязательство становятся юридической нормой, и это должно быть четко отражено в вашей заявке.

В разных фондах существуют различные требования к написанию заявок, всевозможные приоритеты, сроки подачи заявок и цели. В каждом случае необходимо знать как можно больше о том, что хотят в каждом определенном фонде и постараться дать именно ту информацию, которая требуется. Естественно, у каждого фонда могут быть и свои специфические условия и требования, как по поддержке конкретного направления научных исследований, так и по оформлению заявок на грант.

Около 90 % всех заявок на финансирование отклоняется грантодателями. Почему? Подающий заявку не выяснил, как правильно обращаться в фонды и часто даже не знает, подходит ли фонд для финансирования данного проекта. Поиск фондов требует времени и труда. Он заключается не в том, чтобы найти один фонд и обращаться только в него каждый раз, когда вам необходимо финансирование (конечно, возможно грантодатель сам хочет, чтобы вы обращались только к нему).

Для поиска поддержки и финансирования необходимо следующее:

1. Ясно опишите, на что направлен ваш проект. Какая проблема будет решена? Какая группа или группы населения выиграют в результате вашей деятельности? Каким образом?
2. Изучите фонды. Найдите, по крайней мере, пять - десять потенциальных грантодателей, интересы которых совпадают с интересами вашей организации или проекта.
3. Тщательно обдумайте свой проект, взвесьте все. Например, если вы будете сотрудничать с другой организацией в вашей стране или за рубежом, даст ли это вам возможность обратиться к большему числу потенциальных грантодателей.
4. Если вы уже дважды получили финансирование в одном и том же фонде и в одной и той же области, не обращайтесь в этот фонд снова (бывает, однако, грантодатель согласен выделять вам гранты несколько лет подряд). Некоторые фонды не выделяют гранты одной и той же организации дважды.

Если это верно в вашем случае − начинайте искать нового грантодателя с большим объемом финансирования, более долгосрочными грантами и т. д.

5. Точно определитесь с областью финансирования. Если вам нужно финансирование для такой обширной области, как «образование», вы сможете найти 100 грантодателей. Но если ваш образовательный проект называется «семинар», то в этом случае вы должны искать фонды, финансирующие именно образовательные семинары.

6. Обращайтесь в фонды, работающие на вашу страну или регион.

7. Не просите финансирования больше, чем грантодатель обычно выделяет. Если фонд никогда не выделял более 300 000 руб., вы не должны подавать заявку на 500 000 руб. В этом случае вам наверняка откажут, даже если ваш проект очень интересен и необходим.

8. Тщательно исследуйте необходимость в решении предлагаемой вами проблемы. Надо также точно определиться с тем, к какому фонду обращаться с ней. Если проблема не исследована, у вас не будет материала, на основании которого вы бы составили заявку на финансирование, соответственно вам нечего будет подавать в фонд.

9. Помните, что вы нужны фондам и грантодателям, к которым вы обращаетесь, в такой же степени, в какой они нужны вам. Фонды ищут небольшие, недавно образовавшиеся организации, полные новых идей, энергии, имеющие новые проекты. Фонды хотят, чтобы ваше предложение было сделано не наспех, а обстоятельно.

После утверждения ТЭО (положительного ответа на заявку на грант), более детально конкретизируются цели и задачи, составляются библиографический список, выясняются явления, предметы, процессы, которые должны охватить конкретное исследование, а также методы исследования.

Правила подачи заявки на грант, технология работы по составлению заявки на финансирование научных проектов описаны в http://www.grant-center.ru/inf/rul/rul1/.

Любое научное исследование проходит ряд последовательных этапов, представляющих собой звенья цепи процесса познания:

• *выбор (уточнение) темы:*

- общее ознакомление с проблемой, к которой относится выполняемая НИР, если работа новая, или уточнение задач конкретной работы, если она вытекает из предшествующих исследований;

- формирование темы (ее наименование, цели работы и ее предполагаемые результаты);

- составление плана НИР (тематический план как перечень элементов-этапов исследования, и календарный план, увязывающий сроки выполнения отдельных этапов со сроками выполнения всей работы).

Выбранная тема должна отвечать требованиям *актуальности и новизны*.

Актуальность темы исследования проверяется в процессе изучения решений директивных органов.

• *анализ (обзор) литературы по теме (информационный поиск):*

- поиск, подбор и изучение литературы;
- критический анализ информации по литературным данным;
- обобщение информации (составление обзора с выводами);
- оценка состояния вопроса.

Новизна предполагаемого исследования проверяется в процессе библиографического, патентного поиска.

Насколько правильно сделан выбор темы, от этого зависит много. Существуют приемы, помогающие выбрать тему:

1. просмотр каталогов защищенных работ;
2. просмотр аналитических обзоров достижений науки;
3. выбор темы ранее выполненной, но с использованием более совершенных методов;
4. теоретическое обобщение материалов, собранных в научных экспедициях;
5. проверка гипотезы, ранее никем не проверенной;
6. консультация с ведущими деятелями науки для выявления малоизученных проблем, имеющих актуальное значение.

• *выбор методологической базы исследования:*

- определение общих принципов подхода к решению поставленной цели.

• *постановка цели и задачи исследования*:

- определение цели и задачи исследования;
- выбор пути решения;
- выбор метода исследования.

• *теоретический* анализ:

- поиск идеи решения (ее формулирование);
- выбор рабочей гипотезы.

• *экспериментальная часть работы:*

- цели, задачи и план эксперимента;
- методика эксперимента и измерений в его процессе;
- оценка достоверности измерений.

• *анализ результатов исследования (обсуждение результатов)*:

- сопоставление результатов эксперимента с данными теоретического анализа;
- уточнение теоретических представлений.

• *самоэкспертиза результатов исследования*:

- оценка возможностей практического использования результатов работы;
- анализ технико-экономической эффективности полученных результатов и их практическое использование.

• *формулировка выводов.*

• *оформление работы или научно-технического отчета.*

• *внедрение результатов НИР в производство.*

2.6 Научные исследования в области экологии и природопользования

Основные принципы охраны окружающей среды РФ. Методы исследования в экологии: экспериментальные и метод полевых наблюдений. Методы исследований в области экологии

Вопросы защиты окружающей среды от неблагоприятных антропогенных факторов стоят в центре внимания любого государства мира. В Российской Федерации эти вопросы курируют, контролируют соответствующие высшие государственные органы на уровне законодательной и исполнительной ветвей.

Научные исследования проводятся научными организациями в соответствии с ФЗ «О науке и государственной научно-технической политике» от 27 февраля 2008 года № 233-р.

Одной из основных целей государственной научно-технической политики является улучшение экологической обстановки. А реализация государственной научно-технической политики производится исходя из такого основного принципа, как развитие международного научного и научно-технического сотрудничества Российской Федерации.

Право устанавливать порядок проведения научных исследований и использования научных и (или) научно-технических результатов, которые могут создать угрозу безопасности Российской Федерации, здоровью граждан, окружающей природной среде, предоставляется Правительству РФ.

Правительство РФ также вправе устанавливать для федеральных государственных научных организаций обязательный государственный заказ на выполнение научных исследований и экспериментальных разработок.

В соответствии со ст. 8 Федерального закона, основной правовой формой отношений между научной организацией, заказчиком и иными потребителями научной и (или) научно-технической продукции, в том числе федеральными органами исполнительной власти, являются договоры (контракты) на создание, передачу и использование научной и (или) научно-технической продукции, оказание научных, научно-технических, инженерно-консультационных и иных услуг, а также другие договоры, в том числе договоры о совместной научной и (или) научно-технической деятельности и распределении прибыли. На основе указанных договоров (контрактов) выполняются научные исследования и экспериментальные разработки для государственных нужд. В этих случаях договоры (контракты) заключаются между государственным органом – заказчиком и организацией – исполнителем. Причем за неисполнение или ненадлежащее исполнение условий договора виновная сторона несет ответственность, предусмотренную действующим законодательством.

Одним из **основных принципов**, закрепленных в статье 3 комментируемого закона охраны окружающей среды является *принцип научно*

обоснованного сочетания экологических, экономических и социальных интересов человека, общества и государства в целях обеспечения устойчивого развития и благоприятной окружающей среды. Таким образом, сочетание любых интересов отдельного человека, общества в целом и государства должно иметь под собой научное обоснование. Научные исследования в области охраны окружающей среды имеют огромное значение, поскольку позволяют предотвратить, либо снизить до минимума возможные негативные последствия воздействия на окружающую среду. На основании научных исследований осуществляются, например, планирование и разработка мероприятий по охране окружающей среды; разрабатываются нормативы в области охраны окружающей среды.

В научных исследованиях большое внимание должно уделяться принципиально новым высокоэффективным мероприятиям для изучения, воспроизводства и рационального использования природных ресурсов, технологиям реабилитации окружающей природной среды от последствий техногенных воздействий, вопросам стандартизации, сертификации и метрологии в природопользовании, а также разработке нормативных требований.

В п.1. статьи 3 определяются **общие цели научных исследований** в области охраны окружающей среды:

- социальное, экономическое и экологически сбалансированное развитие Российской Федерации. Об уровне развития любого государства можно судить по состоянию трех основных взаимосвязанных показателей: социальной сферы, экономики и экологии. Необходимо отметить, что государство должно уделять равное внимание и оказывать равную поддержку данным сферам без приоритета одной за счет других. Такое равновесие будет способствовать обеспечению сбалансированного развития любой страны;

- создание научной основы охраны окружающей среды. Решения и мероприятия, направленные на охрану окружающей среды, должны иметь под собой научное обоснование и приниматься на основе объективных показателей;

- разработка научно обоснованных мероприятий по улучшению и восстановлению окружающей среды, обеспечению устойчивого функционирования естественных экологических систем, рациональному использованию и воспроизводству природных ресурсов, обеспечению экологической безопасности. Мероприятия, направленные на улучшение и поддержание благоприятного состояния окружающей среды, должны иметь под собой научное обоснование.

Целями проведения научных исследований в области охраны окружающей среды являются:

- разработка концепций, научных прогнозов и планов сохранения и восстановления окружающей среды. Данные концепции, научные прогнозы и планы способствуют принятию комплексных и рациональных мер, направленных на сохранение и восстановление окружающей среды;

- оценка последствий негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду. Данная оценка осуществляется на основе научно разработанных методов, и базируется на возможности применения последних достижений техники и технологий;

- совершенствование законодательства в области охраны окружающей среды, создание нормативов, государственных стандартов и иных нормативных документов в области охраны окружающей среды. Совершенствование законодательства в области охраны окружающей среды объективно обусловлено реалиями настоящего времени, а также объективными требованиями совершенствования управления крупномасштабным природно-ресурсным комплексом Российской Федерации с учетом происходящих экономических преобразований.

Научный подход при разработке и принятии нормативных правовых актов способствует повышению их качественного уровня, как с содержательной точки зрения, так и с точки зрения соблюдения правил законодательной техники. Государственные стандарты и иные нормативные документы в области охраны окружающей среды разрабатываются с учетом научно-технических достижений и требований международных правил и стандартов. В государственных стандартах на новую технику, технологии, материалы, вещества должны учитываться требования, нормы и правила в области охраны окружающей среды;

- разработка и совершенствование показателей комплексной оценки воздействия на окружающую среду, способов и методов их определения;

- разработка и создание наилучших технологий в области охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов. Наилучшей существующей технологией является технология, основанная на последних достижениях науки и техники, направленная на снижение негативного воздействия на окружающую среду и имеющая установленный срок практического применения с учетом экономических и социальных факторов. Совершенствование имеющихся технологий и разработка новых будет способствовать наиболее рациональному использованию природных ресурсов;

- разработка программ реабилитации территорий, отнесенных к зонам экологического бедствия.

Перечень целей научных исследований в области охраны природной среды представляются в различных Федеральных целевых программах, принимаемых по конкретным годам; Федеральном фонде фундаментальных исследований, предусматривающие следующие **цели научных исследований:**

- создание перспективного научного задела и научного обоснования по проблемам экологической безопасности страны и рационального использования природно-ресурсного потенциала;

- создание научно обоснованной государственной системы комплексного мониторинга состояния природных ресурсов и окружающей природной среды;

- научное обоснование организационно-экономического, правого и хозяйственного механизмов управления в области природопользования и охраны природной среды.

Основными задачами научного обеспечения в сфере охраны окружающей среды являются развитие научных знаний об экологических основах устойчивого развития, выявление новых экологических рисков, порождаемых развитием общества, а также природными процессами и явлениями. Для этого необходимо:

- формирование теоретических и технологических основ перехода к устойчивому развитию Российской Федерации;
- разработка экологической составляющей стратегического прогноза развития России;
- исследование возможного глобального и регионального изменения климата и его последствий для природной среды;
- исследование биологических систем и их средообразующих функций, определение пределов устойчивости и экологической емкости природных систем;
- разработка экологически эффективных и ресурсосберегающих технологий, производств, видов сырья, материалов, продукции и оборудования, в том числе в сельском хозяйстве;
- разработка научных принципов и технологий использования возобновляемых биологических ресурсов (лесных, водных, охотничье-промысловых, лекарственных и др.), обеспечивающих их устойчивое воспроизводство;
- разработка принципов использования атмосферного воздуха (воздушных ресурсов) в целях сохранения окружающей среды;
- разработка эффективных методов сохранения биологического разнообразия, включая развитие сети особо охраняемых природных территорий, сохранение и восстановление редких и ценных видов животных и растений, а также природных сообществ и систем;
- анализ распространения чужеродных и генетически измененных видов живых организмов и разработка соответствующих методов контроля и снижения негативных последствий этих процессов;
- разработка методологии и методов эколого-экономической оценки, в том числе определение стоимости природных объектов с учетом их средообразующей функции, для использования при принятии решений в различных отраслях экономики Российской Федерации;
- создание основ определения экологических рисков в целях создания системы управления качеством природной среды;
- разработка средств и методов предупреждения и ликвидации загрязнений, реабилитации окружающей среды и утилизации опасных отходов;
- изучение связи между заболеваниями людей и изменениями качества окружающей среды;

- разработка и развитие современных методов экологического мониторинга, а также информационных технологий в целях государственного управления в области природопользования и ее охраны.

Научные исследования в области охраны окружающей среды имеют огромное значение, поскольку позволяют предотвратить либо снизить до минимума возможные негативные последствия воздействия на окружающую среду. На основании научных исследований осуществляются, например, планирование и разработка мероприятий по охране окружающей среды; разрабатываются нормативы в области охраны окружающей среды. В научных исследованиях большое внимание должно уделяться принципиально новым высокоэффективным мероприятиям для изучения, воспроизводства и рационального использования природных ресурсов, технологиям реабилитации окружающей природной среды от последствий техногенных воздействий, вопросам стандартизации, сертификации и метрологии в природопользовании, а также разработке нормативных требований.

2.6.1 Методы исследования в экологии

Традиционное деление экологии на общую (изучение основных принципов организации и функционирования биологических систем) и частную (изучение конкретных групп живых организмов) отражает не столько проблематику экологии как науки, сколько различие в характере и методах конкретных исследований.

В экологии часто используются методы, применяемые в других науках, как в биологических (биогеохимия, анатомия, физиология, и др.), так и небиологических (физика, химия, геодезия, метеорология и др.). Но для выявления специфики экологических закономерностей существуют исключительно собственные - экологические методы.

Определенная иерархическая соподчиненность и функциональная взаимозависимость биологических систем различных уровней определяют главную задачу экологии, которая состоит в изучении организменного, популяционного и биоценотического уровней организации экологических систем.

Методологической основой экологии является системный подход, ориентированный на изучение интегрированных объектов и интегральных зависимостей и взаимодействий. Системный подход в применении к анализу экосистемы, заключается в определении образующих её составных частей и взаимодействующих с ней объектов окружающей среды, в установлении структуры экосистемы (совокупность внутренних связей и отношений) и в нахождении закона функционирования экосистемы, определяющего характер изменения компонентов экосистемы и связей между ними под действием внешних объектов.

Системный подход изучения экосистем в экологии реализуется тремя группами методов исследования: 1) полевые наблюдения, 2) эксперименты, 3) моделирование.

Экология имеет свою специфику: объектом её исследования служат не единичные особи, а группы особей, популяции (в целом или частично) и их сообщества, т.е. биологические макросистемы. Многообразие связей, формирующихся на уровне биологических макросистем, обусловливает разнообразие методов экологических исследований. Для эколога первостепенное значение имеют полевые исследования, т.е. изучение популяций видов и их сообществ в естественной обстановке, непосредственно в природе. При этом обычно используются методы физиологии, биохимии, анатомии, систематики и других биологических, да и не только биологических наук. Наиболее тесно экологические исследования связаны с физиологическими. Однако между ними имеется принципиальная разница. Физиология изучает функции организма и процессы, протекающие в нём, а также влияние на эти процессы различных факторов. Экология же, используя физиологические методы, рассматривает реакции организма как единого целого на констелляцию внешних факторов, т.е. на совместное воздействие этих факторов при строгом учёте сезонной цикличности жизнедеятельности организма и внутрипопуляционной разнородности.

Полевые наблюдения – метод непосредственного наблюдения изучаемой экосистемы или ее определенных компонентов в естественных условиях без вмешательства экспериментатора в ее состав и функционирование. Среди полевых наблюдений распространен *эколого-географический метод*, который предполагает применение ландшафтных исследований. При проведении таких исследований решаются следующие задачи:

- выделение основных типов экосистем и их взаимосвязей в изучаемом ландшафте;
- определение видового состава организмов, населяющих экосистему, установление соответствующего ей микроклимата, типа почвы, почвообразующих пород, характера гидрологического режима;
- идентификация структуры на качественном уровне, то есть получение общей картины взаимосвязей между видами, установление связей организмов с почвой, приземным слоем воздуха и другими неживыми компонентами экосистемы, а также их взаимодействия между собой;
- получение качественных показателей состава экосистемы, например, определение содержания в почве биогенных элементов, воды, ее температуры и т.д.;
- количественное описание функциональных связей между компонентами экосистемы и внешних воздействий на нее. В качестве примера можно привести установление следующих зависимостей: интенсивности фотосинтеза от температуры, влажности, обеспеченности биогенными элементами; выяснение зависимости скорости выедания растений

растительноядными животными от количества и качества фитомассы, от плотности и состояния самой популяции, от метеорологических условий и т.д.;

- комплексное описание сопряженной динамики всех компонентов системы в сезонном, годовом и многолетнем масштабе, которое могло бы служить основой для анализа закономерностей функционирования данной экосистемы в сравнении с другими экосистемами.

Полевые наблюдения позволяют получить конкретные сведения о состоянии отдельных видов и популяций; их роли в существовании определенной экологической системы; зависимость от деятельности определенных групп организмов, антропогенного влияния; изменении численности популяций и т.д.

Полевые методы позволяют установить результат влияния на организм или популяцию определённого комплекса факторов, выяснить общую картину развития и жизнедеятельности вида в конкретных условиях. Однако наблюдения не могут дать вполне точного ответа, например, на вопрос, какой же из факторов среды определяет характер жизнедеятельности особи, вида, популяции или сообщества. На этот вопрос можно ответить только с помощью эксперимента, задачей которого является выяснение причин наблюдаемых в природе отношений. В связи с этим экологический эксперимент, как правило, носит аналитический характер. Экспериментальные методы позволяют проанализировать влияние на развитие организма отдельных факторов в искусственно созданных условиях и таким образом изучить всё разнообразие экологических механизмов, обусловливающих его нормальную жизнедеятельность. На основе результатов аналитического эксперимента можно организовать новые полевые наблюдения или лабораторные эксперименты. Выводы, полученные в лабораторном эксперименте, требуют обязательной проверки в природе. Это даёт возможность глубже понять естественные экологические отношения популяций и сообществ. Эксперимент в природе отличается от наблюдения тем, что организмы искусственно ставятся в условия, при которых можно строго дозировать тот или иной фактор и точнее, чем при наблюдении, оценить его влияние.

В экологических исследованиях, как и в других биологических науках, также часто применяется **экспериментальный метод.** В отличие от пассивного наблюдения при проведении эксперимента исследователь сознательно производит определенные изменения в экосистеме.

Эксперименты различаются по достигнутому в них уровню контроля над изучаемым объектом. Одни эксперименты могут проводиться при однократном возмущении экосистемы, и тогда экспериментатор наблюдает только за динамикой ее поведения, которая может проявляться на фоне всевозможных, часто нежелательных с его точки зрения, воздействий. В других экспериментах исследователь может контролировать все параметры на протяжении всего опыта.

Эксперимент может носить и самостоятельный характер. Например, результаты изучения экологических связей насекомых дают возможность

установить факторы, влияющие на скорость развития, плодовитость, выживаемость ряда вредителей (температура, влажность, пища). В экологическом эксперименте трудно воспроизвести весь комплекс природных условий, но изучить влияние отдельных факторов на вид, популяцию или сообщество вполне возможно. Примером экологических экспериментов широких масштабов могут служить исследования, проводимые при создании лесозащитных полос, при мелиоративных и различных сельскохозяйственных работах. Знание при этом конкретных экологических особенностей многих растений, животных и микроорганизмов позволяет управлять деятельностью тех или иных вредных или полезных организмов. В современных условиях экологические исследования играют существенную роль в решении ряда теоретических и практических задач. Динамика численности организмов, сезонное развитие, расселение и акклиматизация полезных и вредных видов, прогнозы размножения и распространения - вот основные в настоящее время экологические проблемы. Разработка их требует рационального сочетания полевых, лабораторных и экспериментальных исследований, которые должны взаимно дополнять и контролировать друг друга.

Экспериментальные методы отличаются от полевых тем, что организмы искусственно ставятся в условия, при которых можно дозировать размер изучаемого фактора, следовательно, можно точнее, чем при обычном наблюдении, оценить его влияние. При этом выводы, полученные в лаборатории, требуют обязательной проверки в полевых условиях.

В качестве примеров экологических экспериментов можно привести исследования осветления насаждений, влияния разных доз удобрений, вносимых под сельскохозяйственные культуры и т.д. Широко известен метод изучения конкурентных взаимоотношений деревьев в лесу путем ограничения определенной площади (площади питания).

В зависимости от места проведения опыты подразделяются на *полевые и лабораторные*. Полевые опыты при проведении экологических исследований практически неконтролируемы, так как действие экспериментатора на многие факторы ограничено. В лабораторных опытах можно обеспечить контроль большего числа факторов. Тем не менее, многие из них следует отнести к частично контролируемым. Наиболее полный контроль изучаемых факторов достигается в сложных лабораторных экспериментах.

Классический и наиболее распространенной схемой проведения естественнонаучного эксперимента считается однофакторный опыт, сущность которого состоит в определении влияния изучаемого фактора на фоне фиксированных остальных факторов, то есть используется так называемый принцип «единственного различия».

Однако в естественных условиях однофакторный экологический опыт провести практически невозможно. Для этой цели больше подходят многофакторные эксперименты. Сущность их заключается в том, что исследователь изменяет не один, а сразу несколько факторов. Это позволяет

при последующей математической обработке получить многофакторное описание уравнения изучаемого процесса.

Многие исследователи справедливо поднимают вопрос о том, что экологические исследования, проведенные в лабораторных условиях, и полученные на их основе выводы не всегда применимы к полевым условиям. Поэтому в экологических исследованиях предпочтение отдается полевым условиям. Кроме специально спланированных опытов, большой вклад в развитие экологической теории внесло обобщение результатов непреднамеренных «экспериментов» с экосистемами, которые были следствием естественных природных процессов или деятельности человека. В настоящее время считается, что изучение сложных систем, к которым относится и экосистема, наиболее эффективно при сочетании экспериментального метода и моделирования.

Экспериментальные методы оценки состояния окружающей среды позволяют провести анализ влияния на нее естественных и антропогенных воздействий.

Эксперименты в природных условиях позволяют моделировать ту или иную ситуацию, последствия ее развития для конкретного сообщества организмов, биоценоза или биогеоценоза.

Моделирование зародилось практически одновременно с развитием научного познания и играет особую роль в исследовании сложных систем, где зачастую трудно использовать другие методы. Моделирование экологических процессов представляет собой мощный инструмент для количественной и качественной оценки изменения состояния окружающей среды под воздействием различных факторов.

Роль в решении экологических проблем методом системного анализа и математического моделирования в настоящее время резко возрастает в связи с широким применением компьютерно - информационных технологий и использованием геоинформационных систем.

Методы моделирования приобретают особую значимость при научном прогнозировании такой сложной системы, как природная среда, испытывающей разнообразный комплекс антропогенных воздействий. Эта система с точки зрения моделирования является труднопрогнозируемым объектом. Тем не менее, современный уровень развития фундаментальных наук и компьютерно - информационных технологий в принципе позволяет решить эту проблему.

Изучение специфических характеристик сложно организованных объектов, многообразие связей между их элементами, каковыми являются экологические проблемы, решаются системным подходом.

Необходимость использования моделей определяется тем, что многие системы, которые подлежат исследованию, по тем или иным причинам не могут быть изучены непосредственно, или же это исследование требует много времени и средств.

Невозможность непосредственного изучения системы обусловлена тем, что:

- во-первых, она может быть недоступна по причине ее громоздкости, массивности, отдаленности (например, ядро Земли);
- во-вторых, система реально не существует (будущее потребности общества);
- в-третьих, изучение системы может привести к нарушению функций системы или даже к ее разрушению;
- в-четвертых, трудно выделить некоторые моменты структуры и состава системы.

Математическое моделирование позволяет с большой долей достоверности, используя накопленные данные, прогнозировать возможное развитие тех или иных процессов и ситуаций в экологических системах. Однако, используя математические приемы, эколог должен помнить, что в связи с наличием у сложных экологических систем большого числа степеней свободы, а также параметров, зависящих от времени, к этим системам не могут применяться классические, жестко детерминированные алгоритмы управления и прогнозирования. Иными словами, математический расчет в экологии может и должен ориентировать при решении практических вопросов, но не может и не должен предсказывать конкретные частности. Однако развитие количественных методов исследования, превращающих экологию в точную науку, является потребностью времени.

Вопросы самопроверки

1. *Назовите, по каким критериям классифицируются научные исследования?*
2. *Основные документы, регламентирующие научную деятельность в РФ*
3. *Какие существуют государственные академии?*
4. *Российская академия наук*
5. *Какие направления науки представлены в АН РБ?*
6. *Что такое язык науки?*
7. *Понятийный аппарат науки*
8. *Сущность документа «Технико – экономическое обоснование исследования»*
9. *Сущность гранта, цели при составлении заявки на грант*

ГЛАВА 3. ПЛАНИРОВАНИЕ И ПРОВЕДЕНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ РАБОТ

Методический замысел исследования и его основные этапы. Стратегия, тактика и самоэкспертиза исследования

3.1 Методический замысел исследования и его основные этапы

Замысел исследования - это основная идея, которая связывает воедино все структурные элементы методики, определяет порядок проведения исследования, его этапы.

В замысле исследования выстраиваются в логический порядок:

* цель, задачи, гипотеза исследования;

* критерии, показатели развития конкретного явления соотносятся с конкретными методами исследования;

* определяется последовательность применения этих методов, порядок управления ходом эксперимента, порядок регистрации, накопления и обобщения экспериментального материала.

Замысел исследования определяет и его этапы. Обычно исследование состоит их трех основных этапов.

Первый этап включает в себя:

* выбор проблемы и темы;

* определение объекта и предмета, целей и задач;

* разработку гипотезы исследования.

Второй этап работы содержит:

* выбор методов и разработку методики исследования;

* проверку гипотезы;

* непосредственно исследование;

* формулирование предварительных выводов, их апробирование и уточнение;

* обоснование заключительных выводов и практических рекомендаций.

Третий этап (заключительный) строится на основе внедрения полученных результатов в практику. Работа литературно оформляется.

Первый этап. Логика каждого исследования специфична. Исследователь исходит из характера проблемы, целей и задач работы, конкретного материала, которым он располагает, уровня оснащенности исследования и своих возможностей. Чем характерен каждый этап работы?

Первый этап состоит из выбора области сферы исследования, причем выбор обусловлен как объективными факторами (актуальностью, новизной, перспективностью и т. д.), так и субъективными - опытом исследователя, его научным и профессиональным интересом, способностями, складом ума и т.д.

Проблема исследования принимается как категория, означающая нечто неизвестное в науке, что предстоит открыть, доказать.

Тема - в ней отражается проблема в ее характерных чертах. Удачная, точная в смысловом отношении формулировка темы уточняет проблему, очерчивает рамки исследования, конкретизирует основной замысел, создавая тем самым предпосылки успеха работы в целом.

Объект - эта та совокупность связей и отношений, свойств, которые существуют объективно в теории и практике, служит источником необходимой для исследователя информации.

Предмет исследования более конкретен и включает только те связи и отношения, которые подлежат непосредственному изучению в данной работе, устанавливают границы научного поиска. В каждом объекте можно выделить несколько предметов исследования.

Из предмета исследования вытекают его цель и задачи.

Цель формулируется кратко и предельно точно, в смысловом отношении выражая то основное, что намеревается сделать исследователь. Она конкретизируется и развивается в *задачах исследования.*

- первая задача, как правило, связана с выявлением, уточнением, углублением, методологическим обоснованием сущности природы, структуры изучаемого объекта.

- вторая - с анализом реального состояния предмета исследования, динамики, внутренних противоречий развития.

- третья — со способностями преобразования, моделирования, опытно-экспериментальной проверки.

- четвертая — с выявлением путей и средств повышения эффективности совершенствования исследуемого явления, процесса, т.е. с практическими аспектами работы, с проблемой управления исследуемым объектом.

Формулировка гипотезы. Уяснение конкретных задач осуществляется в творческом поиске частных проблем и вопросов исследования, без решения которых невозможно реализовать замысел, решить главную проблему.

В этих целях: изучается специальная литература, анализируются имеющиеся точки зрения позиции; выделяются те вопросы, которые можно решить с помощью уже имеющихся научных данных, и те, решения которые представляют прорыв в неизвестность, новый шаг в развитии науки и, следовательно, требуют принципиально новых подходов и знаний, предвосхищающих основные результаты исследования.

Гипотезы бывают:

а) описательные (предполагается существование какого-либо явления);

б) объяснительные (вскрывающие причины его);

в) описательно-объяснительные.

К гипотезе предъявляются определенные требования:

* она не должна включать в себя слишком много положений: как правило, одно основное, редко больше;

* в нее нельзя включать понятия и категории, не являющиеся однозначными, не уясненные самим исследователем,

* при формулировке гипотезы следует избегать ценностных суждений, гипотеза должна соответствовать фактам, быть проверяемой и приложимой к широкому кругу явлений;

* требуются безупречное стилистическое оформление, логическая простота, соблюдение преемственности.

Второй этап исследования носит ярко выраженный индивидуализированный характер, не терпит жестко регламентированных правил и предписаний. И все же есть ряд принципиальных вопросов, которые необходимо учитывать, например, вопрос о методике исследования, так как с ее помощью возможна техническая реализация различных методов. В исследовании мало составить перечень методов, необходимо их сконструировать и организовать в систему. Нет методики исследования вообще, есть конкретные методики исследования.

Методика — это совокупность приемов, способов исследования, порядок их применения и интерпретации полученных с их помощью результатов. Она зависит от характера объекта изучения; методологии; цели исследования; разработанных методов; общего уровня квалификации исследователя.

Составить программу исследования, методику невозможно:

во-первых, без уяснения, в каких внешних явлениях проявляется изучаемое явление, каковы показатели, критерии его развития;

во-вторых, без соотнесения методов исследования с разнообразными проявлениями исследуемого явления.

Только при соблюдении этих условий можно надеяться на достоверные научные выводы.

В ходе исследования составляется программа. В ней должно быть отражено:

* какое явление исследуется;
* по каким показателям;
* какие критерии исследования применяются;
* какие методы исследования используются;
* порядок применения тех или иных методов.

Таким образом, методика — это как бы модель исследования, причем развернутая во времени. Определенная совокупность методов продумывается для каждого этапа исследования.

При выборе методики учитывается много факторов, прежде всего предмет, цель, задачи исследования.

Умелое определение содержания каждого структурного элемента методики, их соотношения и есть искусство исследования.

Хорошо продуманная методика организует исследование, обеспечивает получение необходимого фактического материала, на основе анализа которого и делаются научные выводы.

Реализация методики исследования позволяет получить предварительные теоретические и практические выводы, содержащие ответы на решаемые в исследовании задачи.

Эти выводы должны отвечать следующим методическим требованиям:

* быть всесторонне аргументированными, обобщающими основные итоги исследования;

* вытекать из накопленного материала, являясь логическим следствием его анализа и обобщения.

При формулировании выводов важно избегать двух нередко встречающихся ошибок:

* своеобразного топтания на месте, когда из большого и емкого эмпирического материала делаются весьма поверхностные, частичного порядка ограниченные выводы;

* непомерно широкого обобщения, когда из незначительного фактического материала делаются неправомерно широкие выводы.

Третий этап — внедрение полученных результатов в практику. Работа литературно оформляется.

3.2 Планирование экспериментальных исследований

Научный аппарат, как ранее было сказано, позволяет разработать **стратегию, тактику и самоэкспертизу исследования**. Каждый из этих разделов состоит из нескольких исследовательских операций, и количество их зависит от темы, объекта, объема исследования:

А. – стратегия исследования, состоит из выявления и установления:

1. актуальности темы,
2. противоречия,
3. проблемы,
4. цели исследования.

Б. – тактика, состоит в установлении:

1. объекта и предмета исследования
2. гипотезы,
3. задачи,
4. методов (методик) исследования.

В. – самоэкспертиза, включающая выяснение:

1. научной новизны,
2. практической значимости.

А. Стратегия исследования – это поиск и определение основного пути и предполагаемых результатов всего исследования. К ней относится: определение *актуальности темы.*

Тема – наикратчайшая форма предъявления содержания всей работы, отражающая ее сущность. **Актуальность** – это востребованность темы в науке и практическая необходимость разработки данной темы. Актуальность – суть

проблемной ситуации, формулировка проблемной ситуации, это степень ее важности в данный момент и ситуации для решения данной проблемы, вопроса. Обычно в дипломной работе или кандидатской диссертации освещение вопроса актуальности укладывается в 1 – 2 страницы.

Противоречие выявляется при анализе актуальности темы. Определение противоречия – это исследовательская операция, состоящая в выявлении нарушенных связей между элементами какой-либо системы или процесса. В таких связях имеется слабое звено, препятствующее успешному развитию в данной области знаний.

Любое научное исследование проводится для того, чтобы преодолеть определенные трудности в процессе познания новых явлений, объяснить ранее неизвестные факты или выявить неполноту старых способов объяснения известных фактов. Они проявляют себя в так называемых **проблемных ситуациях**, когда существующие научные знания оказываются недостаточными для решения новых задач. Проблема возникает тогда, когда человеческая практика встречает затруднения или даже наталкивается на «невозможность» в достижении.

Проблема исследования представляет собой попытку осмысливания слабого звена – одной из сторон противоречия. Проблема в науке – это противоречивая ситуация, требующая своего разрешения. Такая ситуация чаще возникает в результате открытий новых фактов, которые явно не укладываются в рамки прежних теоретических представлений. Правильная постановка и ясная формулировка новых проблем нередко имеет не меньшее значение, чем решение их самих. Специфической чертой проблемы является то, что для ее решения необходимо выйти за рамки старого, уже достигнутого знания. Формально выделяют следующие требования к проблеме:

- четкое разграничение между известным и неизвестным,
- четкое разграничение между существенным и несущественным,
- расчленение общей проблемы на частные и определение приоритетности.

Цель исследования – это продолжение поставленной проблемы, поиск ответа на вопросы задачи в поставленной проблеме. Цель исследования – это идеальный образ научного освоения будущего, представление о перспективах, которые открываются при успешном проведении исследования. Определение цели исследования позволяет упорядочить процесс научного поиска в виде последовательности решения основных, частных, дополнительных задач. Цели и задачи исследования образуют взаимосвязанные цепочки, в которых каждое звено служит средством удержания других звеньев. Таким образом, можно сказать, что конечная цель исследования может быть названа его общей задачей, а частные задачи, выступающие в качестве средств решения основной, можно назвать промежуточными целями.

Цель исследования – это предвидение результата исследования и поэтому, формулируется всегда в позитивной форме повествовательного предложения: разработать, выявить, усовершенствовать, определить и т.д.

Другими словами, о цели исследования, кратко можно сказать – это то, что мы хотим получить при проведении исследования, некоторый образ будущего.

От доказательства актуальности выбранной темы и формулировки цели предпринимаемого исследования необходимо перейти к вопросам тактики, а именно указать на конкретные задачи, которые предстоит решать в соответствии с этой целью.

Б. Тактика исследования. Объект и предмет исследования – это процесс или явление, порождающее проблемную ситуацию и избранное для изучения. При проведении исследовательской работы существует несколько вариантов определения **объекта** и **предмета исследования**. В первом случае объект и предмет исследования соотносятся между собой как целое и часть, общее и частное. При таком определении связи между ними предмет – это то, что находится в границах объекта. Именно ***предмет исследования определяет тему исследования.*** Другой подход к определению объекта и предмета исследования предполагает объект определять через испытуемых, а предмет – через то, что у них изучается.

Гипотеза – это предположение, выдвигаемое для объяснения какого-либо явления, которое не подтверждено и не опровергнуто. Гипотеза – это предполагаемое решение проблемы. Гипотеза определяет главное направление научного поиска. Она является основным методологическим инструментом, организующим весь процесс исследования.

К научной **гипотезе** предъявляются следующие два основных требования: гипотеза не должна содержать понятий, которые не уточнены; она должна быть проверяема при помощи имеющихся методик. Проверить гипотезу значит проверить те следствия, которые логически из нее вытекают. В результате проверки гипотезу подтверждают или опровергают.

Задачи исследования – это те исследовательские действия, которые необходимо выполнить для достижения поставленной в работе цели, решения проблемы или для проверки сформулированной гипотезы исследования.

Великий первооткрыватель периодического закона Д.И. Менделеев так говорил о задачах научного исследования:

«Изучать — значит:

а) не просто добросовестно изображать или просто описывать, но и узнавать отношение изучаемого к тому, что известно;

б) измерять все, что подлежит измерению;

в) определять место изучаемого в системе известного, пользоваться как качественными, так и количественными сведениями;

г) находить закон;

д) составлять гипотезы о причинной связи между изучаемыми явлениями;

е) проверять гипотезы опытом;

ж) составлять теорию изучаемого».

Методы исследования – это способ изучения явлений и процессов, который выбирается в соответствии с особенностями предмета исследования, возможностью и эффективностью его использования в конкретных условиях.

Методы исследования определяются поставленными задачами, для решения которых требуются особые, свои методы. Умелое и грамотное применение методов исследования способствует получению в результате исследования системного решения проблемы любой природы. Выбор методов исследования определяется главным образом квалификацией (знаниями, опытом, интуицией и др.) специалистов, проводящих исследования.

Методика исследования отвечает на вопрос о том, как мы получили результаты, т.е. с помощью каких методов, в каких условиях.

Методика исследований – это совокупность технических приемов, связанных с основным способом сбора, обработки и анализа данных, включая частные операции, их последовательность и взаимосвязь.

В. Самоэкспертиза исследования представляет собой оценку самим исследователем научной новизны и практической значимости выполненной (научно-исследовательской) работы.

Выявление **научной новизны** осуществляется на основе оригинальности исследования и его отличие от известных ранее проведенных исследований по данной проблеме. Ими могут быть:

- во-первых, эмпирическое подтверждение или опровержение ранее выдвинутой теоретической идеи. Предмет исследования, который ранее не изучался;

- во-вторых, новая оценка ранее проведенных исследований;

- в-третьих, впервые выявленные сведения между фактами, процессами, системами, которые ранее ни кем не описывались.

Практическая значимость может заключаться в возможности решения на их основе той или иной практической задачи. Анализируется область, где находится подобная ситуация, требующая использования полученных результатов.

Научная новизна и практическая значимость – это важнейшие показатели, характеризующие эффективность проделанной работы, т.е. ради чего эта работа была сделана.

Эти показатели могут быть включены в реестр важнейших результатов научно-исследовательских работ, либо использованы в дальнейших прикладных промышленных разработках или внедрены в производство, либо включены в правительственные директивные материалы.

Научная новизна и практическая значимость результатов исследования, оформленных в виде курсовой, дипломной работ или диссертаций тоже являются одним из *основных итоговых показателей* работы. Эти результаты анализируются, подтверждаются рецензентами и становятся предметом защиты перед государственной комиссией или на заседании перед членами диссертационного совета.

3.3 Организация экспериментальной работы

Важнейшей составной частью научных исследований является эксперимент, основой которого является научно поставленный опыт с точно учитываемыми и управляемыми условиями.

Само слово эксперимент происходит от лат. *experimentum* – проба, опыт. Само по себе понятие «эксперимент» означает действие, направленное на создание условий в целях осуществления того или иного явления и по возможности наиболее чистого, то есть не осложняемого другими явлениями.

Эксперимент бывает:

- *искусственный* – предполагает формирование искусственных условий (широко применяется в естественных и технических науках);
- *проверочный* – служит для проверки, подтверждения тех или иных теоретических построений; существование целого ряда элементарных частиц было вначале предсказано теоретически, и лишь позднее они были обнаружены экспериментальным путем.
- *контролирующий* – сводится к контролю за результатами внешних воздействий на объект исследования с учетом его состояния, характера воздействия и ожидаемого эффекта.
- *поисковый* – проводится в том случае, если затруднена классификация факторов, влияющих на изучаемое явление вследствие отсутствия достаточных предварительных (априорных) данных. По результатам эксперимента устанавливается значимость факторов, осуществляется отсеивание незначительных;
- *решающий* – ставится для проверки справедливости основных положений фундаментальных теорий в том случае, когда две или несколько гипотез одинаково согласуются со многими явлениями;
- *лабораторный* – проводится в лабораторных условиях с применением типовых приборов, установок, стендов, однако такой эксперимент не всегда полностью моделирует реальный ход изучаемого процесса, хотя позволяет получить очень хорошую научную информацию с минимальными затратами времени;
- *натурный* – проводится в естественных условиях и на реальных объектах. В зависимости от места проведения испытаний подразделяются на производственные, полевые, полигонные, полунатурные.

По **учету факторов**, используемых в эксперименте, он может быть:

- *однофакторный*, предполагающий выделение нужных факторов, стабилизацию мешающих факторов и поочередное варьирование интересующих исследователя факторов;
- *многофакторный,* где варьируются все переменные сразу и каждый эффект оценивается по результатам всех опытов, проведенных в данной серии экспериментов.

Подготовка и проведение эксперимента требуют соблюдения ряда условий. Так, научный эксперимент:

- никогда не ставится наобум, он предполагает наличие четко сформулированной цели исследования;
- не делается «вслепую», он всегда базируется на каких-то исходных теоретических положениях;
- не проводится беспланово, хаотически; предварительно исследователь намечает пути его проведения;
- требует определенного уровня развития технических средств познания, необходимого для его реализации;
- должен проводиться людьми, имеющими достаточно высокую квалификацию.

В экспериментальном исследовании можно выделить три основных этапа:

1) подготовительный – сводится к теоретическому обоснованию исследования (гипотеза), его планированию, изготовление образца или модели исследуемого объекта, конструированию и созданию технической базы, включающей приборное обеспечение;
2) сбор экспериментальных данных (реализация эксперимента);
3) обработка результатов экспериментального исследования (статистический анализ) и их анализ (интерпретация).

Гипотеза обладает первоочередной важностью, поскольку если она не удовлетворяет некоторым критериям качества, то даже самый правильно проведенный эксперимент будет иметь не слишком большую ценность.

Под планированием эксперимента понимается лишь логическая структура исследования. Разрабатываются задачи, методики и программа исследования. Составляется рабочий план, в котором отражены объем работ, сроки выполнения, методы, методики – т.е. разрабатывается более детальный план работы.

Полное описание целей эксперимента должно включать спецификацию природы используемых экспериментальных единиц, число и характер применяемых воздействий (включая "контрольные" воздействия), а также свойства или отклики (параметры экспериментальных единиц), которые предполагается измерять.

Когда решение по этим вопросам принято, план эксперимента определяет схему, согласно которой для каждой доступной экспериментальной единицы назначается уровень воздействия. При этом определяется число экспериментальных повторностей, получающих воздействие каждого уровня, устанавливается физическое расположение экспериментальных единиц, а также частота или временная периодичность, с которой реализуются воздействия и осуществляются измерения контролируемых факторов на различных экспериментальных единицах.

Реализация эксперимента включает весь комплекс процедур и операций, в отношении которых осуществлялось планирование. Успешное осуществление

в равной мере зависит от искусства экспериментатора, его проницательности и рассудительности, а также от его технических навыков. Непосредственной задачей исследователя обычно является выполнение технических операций эксперимента таким образом, чтобы избежать систематических ошибок (отклонений) и минимизировать случайные ошибки. Если изучается влияние хищника, охотящегося в приливной зоне, то расположение клеток, блокирующих хищника, не должно иметь прямого влияния на поведение экосистемы, за исключением самого хищника. Если изучается влияние питательных веществ на биомассу планктона в пруду, то отбор проб должен выполняться посредством устройства, производительность которого не зависит от обилия планктона. Систематические ошибки, допущенные как в распределении воздействий, так и в процедурах измерения или отбора проб, делают эксперимент некорректным, а его выводы неубедительными.

Субъективным образом также решается вопрос о том, какова допустимая или желательная изначальная гетерогенность между экспериментальными единицами и в какой степени следует регулировать условия среды в ходе эксперимента. Эти обстоятельства влияют на величину случайных ошибок и потому - на оценку чувствительности изучаемых объектов по отношению к воздействию. Они также влияют на конкретную интерпретацию результатов, хотя сами по себе цели исследования не определяют.

Из изложенного ясно, что планирование эксперимента и особенности его реализации в равной степени определяют обоснованность исследования и его итоги. Хотя в практическом смысле реализация - это более критичный аспект эксперимента, нежели его планирование. Действительно, ошибки при осуществлении эксперимента обычно возникают в большем числе этапов исследования, более многообразны и часто более коварны, чем ошибки при планировании. Следовательно, погрешности реализации обнаружить обычно сложнее, чем просчеты в планировании, как самому экспериментатору, так и читателю его отчетов. Именно эти коварные эффекты ошибок, которые иногда просто невозможно обнаружить, делают этап реализации наиболее ответственным за корректность конечного результата исследования.

После сбора первых экспериментальных данных процедура эксперимента продолжается, так как единичные результаты нельзя считать окончательным решением поставленной задачи. Такие задачи нуждаются в логической доработке, превращающей их в научный факт, в истинности которого не возникает сомнений. Отдельные экспериментальные данные, полученные на начальной стадии исследования, могут содержать ошибки, связанные с некорректной постановкой эксперимента, неправильными показаниями измерительных приборов, отклонениями в функционировании органов чувств и т.д. Поэтому проводится серия экспериментальных исследований, в которых уточняются и проверяются результаты исследований, собираются недостающие сведения, проводится их предварительный анализ. Затем полученные экспериментальные данные обрабатываются в рамках

математической теории ошибок, позволяющей количественно оценить достоверность окончательных результатов.

После уточнения результатов начинается их сравнение и обобщение, которые ещё не означают окончательного установления научного факта. Вновь зафиксированное явление или свойство объекта становиться научным фактом только после его интерпретации.

Только совокупность всех этих условий определяет успех в экспериментальных исследованиях.

3.4 Информационные источники

Научно-техническая информация. Первичные и вторичные документы и издания. Каталоги. Научно-техническая информация. УДК. ББК

3.4.1 Поиск научно-технической информации

Умение работать с книгой - это умение правильно оценить произведение, быстро разобраться в его структуре, взять и зафиксировать в удобной форме все, что в нем оказалось ценным и нужным.

Работа с книгой - процесс сложный. Обусловлено это, прежде всего тем, что чтение научно-литературных произведений, в конечном счете, всегда связано с необходимости усвоения каких-то новых понятий. Сложно это и потому, что практически каждая книга оригинальна по своей композиции и всегда требуются определенные усилия, чтобы понять ход мысли автора.

Умением работать с литературой обладают далеко не все. Наиболее частые ошибки здесь - отсутствие должной целенаправленности в чтении, недостаточное использование справочного аппарата, нерациональная форма записи прочитанного. Все это снижает эффективность умственного труда, приводит к непроизводительным тратам времени.

Умственный труд в любой его форме всегда связан с поиском информации. Тот факт, что этот поиск становится сейчас все сложнее и сложнее, в доказательствах не нуждается, и мы намеренно не приводим те астрономические числа, которыми обычно иллюстрируется рост выпуска печатной продукции в мире и в нашей стране. Тем более, что дело здесь не только в увеличении числа изданий. Усложняется и сама система поиска: постепенно она превращается в специальную отрасль знаний. Знания и навыки в этой области становятся, все более обязательными для любого специалиста.

Понятие подготовленности в этом отношении складывается из следующих основных элементов:

• четкого представления об общей системе научно-технической информации и тех возможностях, которые дает использование информационных органов в своей области;

• знания всех возможных источников информации по своей специальности;

• умения выбрать наиболее рациональную схему поиска в соответствии с его задачами и условиями;

• наличия навыков в использовании вспомогательных библиографических и информационных материалов.

При выполнении научных исследований большое значение приобретает получение **информации**. Информация в переводе с латинского языка означает «осведомление, доведение сведений о чем-либо». Работа с информационными источниками проводится на всех этапах научной работы, как при подготовке материалов по конкурсному отбору для получения грантов, выбора направления исследований, обзора литературы, подготовке экспериментов, исследований, уточнении методик, обсуждения результатов и т.д.

Особенно важно обеспечение научных исследований удобной для восприятия информацией о важнейших научных достижениях, полученных в *прошлом*.

Развитие человеческого общества, науки и техники неразрывно связано с накоплением информации и передачей ее от одного поколения другому. Одна из основных особенностей науки – ее преемственность. Со слов Ф.Энгельса «наука движется вперед пропорционально массе знаний, унаследованной ею от предшествующего поколения».

Полученные знания в настоящее время устаревают гораздо быстрее, чем это было в XX веке. Если раньше полученных знаний специалисту хватало на *10-15 лет*, то теперь этот срок сократился в *3-5 раз*. Это значит, что приходится всю *жизнь учиться и переучиваться*, заниматься *самообразованием*. В современных условиях необходимо уметь самостоятельно пополнять свои знания, быстро ориентироваться в стремительном потоке научной информации. Чтобы этот поток не поглотил, необходимо научиться пользоваться этой информацией.

Двести периодических и продолжающихся изданий в виде журналов обеспечивают до 55 % входного потока журнальных публикаций и более 40% мирового потока статей и сообщений.

Важнейшим компонентом системы информационного обеспечения является *новая* научно-техническая информация об оригинальных идеях, научных результатов, фактах и т. д. При этом всегда существовала проблема «адресности», суть которой заключается в том, чтобы эта информация своевременно доставлялась именно тем пользователям, для которых она представляет непосредственный интерес. Система научной коммуникации стала оформляться в качестве самостоятельной системы, ответственной за хранение и распространение научных сведений и знаний. Активно развивались издательское дело, библиотеки, а позднее – реферативные, информационные и консультационные службы.

Под "источником научной информации" понимается документ, содержащий какое-то сообщение, а отнюдь не библиотека или

информационный орган, откуда он получен. Документальные источники содержат в себе основной объем сведений, используемых в научной, преподавательской и практической деятельности.

Все документальные источники научной информации делятся, прежде всего, на первичные и вторичные. В **первичных** документах и изданиях содержатся, как правило, новые научные и специальные сведения, во **вторичных** - результаты аналитико-синтетической и логической переработки первичных документов.

В зависимости от способа представления информации различают документы: текстовые (книги, журналы, отчеты и др.), графические (чертежи, схемы, диаграммы), аудиовизуальные (звукозаписи, кино- и видеофильмы), машиночитаемые (например, образующие базу данных, на микрофотоносителях) и др.

Первичные документы и издания подразделяются на *опубликованные* (издания) и *непубликуемые*. С развитием информационной технологии это разграничение становится все менее существенным. В связи с наличием в непубликуемых документах ценной информации, опережающей сведения в опубликованных изданиях, органы научно-технической информации (НТИ) стремятся оперативно распространять эти документы с помощью новейших средств репродуцирования.

К основным видам непубликуемых первичных документов относятся научно-технические отчеты, диссертации, депонированные рукописи, научные переводы, конструкторская документация, информационные сообщения о проведенных научно-технических конференциях, съездах, симпозиумах, семинарах.

В числе первичных документов – **книги** (непериодические текстовые издания объемом **свыше 48 страниц**); **брошюры** (непериодические текстовые издания объемом свыше **4**, но не более **48** страниц).

Книги и брошюры подразделяются на научные, учебные, официально-документальные, научно-популярные и, наконец, по отраслям науки и научным дисциплинам.

Среди книг и брошюр важное научное значение имеют:

- *монографии*, содержащие всестороннее исследование одной проблемы или темы и принадлежащие одному или нескольким авторам;

- *сборники научных трудов*, содержащие ряд произведений одного или нескольких авторов, рефераты;

- *официальные* различные или научные материалы.

Среди первичных источников информации ведущее место принадлежит журнальным статьям, наиболее оперативно и кратко сообщающим о результатах научных исследований. Число выходящих в свет журналов с каждым годом увеличивается еще в больших размерах, чем количество книг. В 1800 г. насчитывалось около 199 научных журналов. Спустя 150 лет их количество увеличилось в 1000 раз. В настоящее время в мире издается около 100 тысяч журналов.

Непрерывный рост числа научно-технических публикаций значительно повышает долю рабочего времени, затрачиваемого исследователем на поиск нужной информации. Не случайно ученые считают, что около половины всех проводимых исследований являются *повторением уже сделанного*, но забытого, не найденного в литературе.

Некоторые издания, публикуемые от имени государственных или общественных организаций, учреждений и ведомств, называются официальными. Они содержат материалы законодательного, нормативного или директивного характера.

Наиболее оперативным источником научно – технической информации (НТИ) являются периодические издания, выходящие через определенные промежутки времени (журналы, тематические сборники).

К **специальным видам технических изданий** принято относить нормативно-техническую документацию, регламентирующую научно-технический уровень и качество выпускаемой продукции (стандарты, инструкции, типовые положения, методические указания и др.).

Оценка документальных источников информации включает в себя такие критерии, как полнота и достоверность данных, сроки их опубликования, наличие теоретических обобщений и критических материалов, реальность их получения. Применительно к задачам конкретного поиска каждый из перечисленных источников имеет свои достоинства и недостатки.

В большинстве случаев любая книга имеет, например, недостаток, что за три-четыре года, которые пошли на ее подготовку и издание, содержащиеся в ней данные могли в какой-то степени устареть. Далеко не идеальным источником информации может считаться и научный журнал. Каким бы узкоспециальным он ни был, тематика его значительно шире, чем конкретные интересы того или иного специалиста, материалы по теме любого произведения всегда рассеяны по громадному количеству журналов.

Такой же неоднозначной будет оценка и всех других документальных источников информации. Важно здесь, однако, видеть не только недостатки, но и те возможности, которые открываются при использовании каждого их вида. Так, в дополнение к широко распространенным журналам необходимо обращаться к различного рода продолжающимся изданиям ("Трудам", "Запискам", "Известиям" и т.д.), в которых часто находятся материалы, интересующие самый узкий круг специалистов и отражающие направление деятельности отдельных учреждений. Нужно помнить о своеобразии такого источника, как труды различных конференций, содержащие сведения о ведущихся исследовательских и опытно-конструкторских работах и их предварительных результатах. Нужные материалы могут содержаться в специальных технических изданиях, которые могут помочь получить представление о современном направлении научно-технической мысли в какой-то конкретной области. Информация, содержащаяся в непубликуемых документах, как правило, новее, чем в любых публикациях, и, что очень

важно, всегда значительно полнее, так как она еще не подверглась "сжатию", неизбежному при подготовке к печати.

Из сказанного нетрудно сделать вывод: насколько важно знать все документальные источники информации в своей области и уметь выбрать те из них, в которых содержатся необходимые для работы данные.

Вторичные документы и издания подразделяют на справочные, обзорные, реферативные и библиографические.

В **справочных** изданиях (справочники, словари) содержатся результаты теоретических обобщений, различные величины и их значения, материалы производственного характера.

В **обзорных** изданиях содержится концентрированная информация, полученная в результате отбора, систематизации и логического обобщения сведений из большого количества первоисточников по определенной теме за определенный промежуток времени. Различают обзоры аналитические (содержащие аргументированную оценку информации, рекомендации по ее использованию) и реферативные (носящие более описательный характер). Кроме того, работники библиотек часто готовят библиографические обзоры, содержащие характеристики первичных документов как источников информации, появившихся за определенное время или объединенных каким-либо общим признаком.

Реферативные издания (реферативные журналы, реферативные сборники) содержат сокращенное изложение первичного документа или его части с основными фактическими сведениями и выводами. Реферативный журнал (**РЖ**)– это периодическое издание журнальной или карточной формы, содержащее рефераты опубликованных документов (или их частей). Реферативный сборник – это периодическое, продолжающееся или непериодическое издание, содержащее рефераты непубликуемых документов (в них допускается включать рефераты опубликованных зарубежных материалов).

Бюллетени **сигнальной информации (СИ)** включают в себя библиографические описания литературы, выходящей по определенным отраслям знании. Основная их задача - оперативное информирование о всех научных и технических новинках.

Экспресс-информация. Информационные издания, содержащие расширенные рефераты статей, описаний изобретений и других публикаций, позволяющих не обращаться к первоисточнику.

Аналитические обзоры. Информационные издания, дающие представление о состоянии и тенденциях развития определенной области (раздела, проблемы) науки или техники.

Реферативные обзоры. В целом, преследуют ту же цель, что и аналитические, но в отличие от них носят более описательный характер без оценки содержащихся в обзоре сведении.

Рост научной и технической литературы делает очень важной проблему "ключа" к ней. Таким ключом служат **библиографические указатели** -

перечни литературы, составленные по тому или иному принципу. Библиография растет сейчас такими же быстрыми темпами, как и объем печатной продукции. Только в нашей стране ежегодно выпускаются тысячи названий различных библиографий и несколько сот специальных периодических изданий библиографического характера.

Печатные библиографические карточки, содержащие в полное библиографическое описание источника информации.

Библиографические указатели являются изданиями книжного или журнального типа, содержащими библиографические описания вышедших изданий. В зависимости от принципа расположения библиографических описаний указатели подразделяются на:

- систематические (описания располагаются по областям науки и техники в соответствии с той или иной системой классификации);
- предметные (описания располагаются в порядке перечисления важнейших предметов в соответствии с предметными рубриками, расположенными в алфавитном порядке).

Подготовкой различного рода библиографических изданий занимаются многие организации: Книжная палата, крупные библиотеки, институты научно-технической информации, многие научные учреждения и учебные заведения. Помимо тех библиографических указателей, которые выпускаются в виде отдельных изданий, библиография в той или иной форме присутствует в большинстве книг и статей. Все это определяет исключительное многообразие библиографических указателей. Они могут быть самыми различными по своим задачам, содержанию и форме.

Многообразие библиографических источников делает обязательным для любого специалиста иметь представление о всех их видах, как специальных (отраслевых), так и общих. Здесь приводится характеристика только некоторых основных изданий текущей библиографии.

Следить за всем тем, что выходит в стране, позволяет, прежде всего, комплекс "Летописей", издаваемых Книжной палатой.

Сведения о книгах и брошюрах по всем отраслям знаний содержит "Книжная летопись". В основном ее выпуске, выходящем еженедельно, приводятся данные о научной, научно-популярной, производственной и художественной литературе, а также о продолжающихся изданиях типа "Трудов" и "Ученых записок". В дополнительном выпуске (издается раз в месяц) описываются ведомственные, инструктивно-производственные, нормативные, учебно-методические и информационные издания, книги, вышедшие без цены и бесплатно. Авторефераты диссертаций выходят отдельным выпуском.

Книги, учтенные в основных выпусках "Книжной летописи", включаются затем в **"Ежегодник книги Российской Федерации".** Выходит он в двух томах. В первом томе перечисляются книги по общественно-политической тематике, учебно-педагогическая, художественная литература, книги по физической культуре и спорту, языкознанию, искусству, печати,

библиотечному делу и библиографии; во втором - по естествознанию, технике, промышленности, сельскому хозяйству, транспорту, связи, торговле, коммунальному хозяйству и медицине.

Всю необходимую информацию о периодических и продолжающихся изданиях можно получить в летописях периодических изданий Книжной палаты. Выходящая еженедельно **"Летопись журнальных статей"** содержит данные о статьях, документальных материалах и произведениях художественной литературы, опубликованных в научных журналах, "Трудах", "Докладах", "Ученых записках", выходящих в Российской Федерации на русском языке.

"Летопись газетных статей" приводит данные о более важных газетных статьях из центральных газет и основных газет, выходящих в регионах на русском языке. Выходит она два раза в месяц.

"Летопись рецензий" издается ежеквартально. В нее включаются сведения о рецензиях на книги и статьи, опубликованные в журналах, газетах и различных сборниках, издаваемых в Российской Федерации на русском языке.

Бюллетени регистрации научно-исследовательских и опытно - конструкторских работ выпускает Российский научно-технической информационный центр (ВНТИЦ).

Библиографический указатель "Депонированные рукописи" издается Институтом научной и технической информации (ВИНИТИ).

Библиографическими указателями, дающими представление одновременно как о новой отечественной, так и о зарубежной научно-технической литературе, являются выписки сигнальной информации, издаваемой ВИНИТИ. Сведения в них приводятся без деления по видам изданий, т. е. подряд все книги, статьи из журналов, патенты, промышленные каталоги и т.д.

Ряд текущих библиографических изданий позволяет следить за новинками зарубежной литературы.

Ежемесячный журнал **"Новые книги за рубежом"** содержит сведения о новой научной литературе и о рецензиях на нее. Государственная публичная научно-техническая библиотека (ГПНТБ) ежемесячно выпускает библиографический указатель **"Новые зарубежные книги"** по естественным наукам, технике, сельскому хозяйству и медицине. Указатели переводов научно-технической литературы издаются Российским центром переводов.

Специальный указатель дает возможность установить, в какой библиотеке имеется то или иное периодическое иностранное издание. Это *"Общероссийский сводный каталог зарубежных периодических изданий"* (ГПНТБ). В приложении к "Каталогу" приводятся адреса и полные названия организаций, где эта периодика хранится, с тем, чтобы можно было заказать копии нужных материалов.

Сведения о публикуемых библиографических работах можно найти в ежегодниках *"Библиография российской библиографии*", текущих номерах

"Книжной летописи" и "Летописи журнальных статей", а также в *"Каталоге библиографических указателей по технике",* составленных библиотеками (ГПНТБ).

Приведенный обзор касался главным образом общих универсальных текущих показателей. В дополнение к ним каждый специалист непременно должен иметь подробный перечень всех библиографических изданий своей отрасли знаний, своей специальности и по всем проблемам, которыми непосредственно занимается. Ориентироваться в них надо настолько свободно, чтобы безошибочно обращаться к тем них, где наиболее целесообразно искать материалы по интересующему вопросу.

Организация справочно-информационной деятельности. Приступая к поиску необходимых сведений, следует четко представлять, где их можно найти и какие возможности в этом отношении имеют те организации, которые существуют для этой цели - библиотеки и органы научно-технической информации.

Одним из наиболее важных центров хранения научных документов являются **библиотеки.** Различают библиотеки общего назначения, научно-технические, специальные, технические и др., предназначенные для обслуживания ученых, преподавателей и специалистов различного профиля. По своим возможностям они не равны, но тем не менее формы обслуживания читателей у них в основном одни и те же:

* справочно-библиографическое;
* читальный зал;
* абонемент;
* межбиблиотечный обмен;
* заочный абонемент;
* изготовление фото и ксерокопий;
* микрофильмирование.

Для справочно-библиографического обслуживания каждая библиотека имеет специальный отдел (бюро), в котором в дополнение к системе каталогов и картотек собраны все имеющиеся в библиотеке справочные издания, позволяющие отметить на вопросы, связанные с подбором литературы по определенной теме, уточнением фамилии авторов, названия произведения, и т.д. Задачей библиографических отделов является также обучение читателей правилам пользования библиотечными каталогами и библиографическими указателями. Научная и специальная литература издается, как правило, сравнительно ограниченными тиражами. Поэтому в большинстве научных и специальных библиотек основной формой обслуживания является не абонемент, а читальный зал. Пользуясь им и абонементом, каждый обязан помнить, что в больших книгохранилищах, имеющих сотни тысяч томов, подбор книг - сложный и трудоемкий процесс. Он значительно облегчается и ускоряется, если в заявке точно указаны все данные книги и ее шифр, особенно важен шифр, показывающий место ее хранения.

Для ускорения подбора литературы в большинстве библиотек практикуется система открытого доступа к полкам, при этом экономится время, появляется возможность познакомиться с широким кругом литературы по интересующему вопросу. Во многих библиотеках отдельные материалы находятся в виде микрофильмов или микроафиш, для чтения их используется специальная аппаратура.

Непосредственную помощь специалистам в поиске информации оказывают отделы (бюро) научно-технической информации в научно-исследовательских и проектных институтах и на предприятиях. Работа каждого из них строится с учетом информационных потребностей учреждения в целом и отдельных категорий специалистов. В соответствии с ними формируется справочно-информационный фонд (СИФ), состоящий из массива информационных документов и справочно-поискового аппарата, включающего в себя, помимо традиционных указателей и каталогов, различные картотеки: отчетов о выполненных научных исследований, проектной документации; авторских свидетельств и патентов; стандартов и норм выпускаемых изделий, материалов, комплектующих деталей узлов и аппаратуры; переводов; микрофильмов и т.д.

Помимо справочных, во многих отделах научно - технической информации практикуется создание фактографических картотек, содержащих в себе не только указание, где можно найти те или иные материалы, но и сами эти материалы: схемы, описания, нормативы и т.д.

Каталоги и картотеки - это принадлежность любой библиотеки и справочно-информационных фондов бюро научно технической информации. Под каталогом понимается перечень документальных источников информации, имеющихся в фонде данной библиотеки или бюро НТИ. Картотека - перечень всех материалов, выявленных по какой-то определенной тематике. Их, как правило, несколько, и речь обычно идет непросто о каталогах и картотеках, а о системе каталогов картотек, где они взаимосвязаны и взаимно дополняют друг друга.

Создается, по крайней мере, два вида каталогов, один которых алфавитный, а другой, группирующий литературу по содержанию - систематический или предметный.

Алфавитный каталог называется так потому, что его карточки расположены в алфавитном порядке фамилий авторов или заглавий произведений, если автор не указан. Благодаря этому все книги одного автора (индивидуального или коллективного) собраны в одном месте, но в некоторых случаях возможны отступления от алфавитного принципа.

Основным в библиотеках является ***систематический каталог***. Карточки в нем расположены по отраслям знаний. Этот каталог позволяет подобрать литературу по определенным отраслям знаний, причем с его помощью можно постепенно сужать границы интересующих исследователя вопросов. Каталог позволяет также определить книги, имеющиеся в библио-

теке по той или иной теме, или узнать автора и точное название книги, если известно только ее содержание.

В *систематическом каталоге* библиографические сведения приведены в систему знаний на основе применения ББК. Наиболее широко используется Универсальная десятичная классификация (УДК).

Ключом к систематическому каталогу является ***алфавитно-предметный каталог.*** В нем в алфавитном порядке перечисляются наименования отраслей знаний, отдельных вопросов и тем, по которым в отделах и подотделах систематического каталога собрана литература, имеющаяся в библиотеке.

Приступая к работе с библиографией, необходимо, прежде всего, выяснить и четко представить для себя:

- какие нужны публикации: обзоры, статьи, монографии, патенты и т.д.;
- язык публикации: только ли на русском языке, или также на иностранных, на каких именно;
- хронологические рамки: публикации за какие годы издания;
- каталоги, картотеки – какие именно разделы;
- какие источники профессиональной информации можно использовать в Интернете.

Чтобы правильно пользоваться каталогами, совершенно необходимо знать общие принципы их построения. Кроме того, надо постараться разобраться в их системе в той библиотеке, в которой предстоит работать. В общем, составленные по единой схеме, все они тем не менее имеют свои особенности.

По мере развития вычислительной техники и средств хранения информации появилась возможность экономически оправданного накопления и хранения больших машинных информационных массивов, с помощью электронных информационно-поисковых систем, получивших название *баз данных*. В связи с их широким распространением, развитием методов и средств переработки этих данных в информационные продукты стала быстро развиваться индустрия информации, начался переход к безбумажной технологии в информатике.

Многие государства создали национальные *информационные сети.* Информационная сеть – это объединение информационных систем, взаимодействующих посредством каналов связи на основе разделения функций, координации, стандартизации, однократной обработки и многократного использования информации. Под руководством РАН создана Академическая сеть на основе документальных баз данных различной тематической ориентации с доступом в диалоговом режиме: по естественным наукам (ВИНИТИ), общественным наукам (ИНИОН), по диссертациям, научно-исследовательским и конструкторским работам (ВНТИЦ), по патентной информации (ВНИИПИ).

В последнее время для этих целей активно используется глобальная информационная сеть INTERNET (Интернет). В такого рода системах

информация представляется, как правило, в электронном виде и может быть обработана с помощью ЭВМ.

Независимо от вида библиотеки вся научная продукция упорядочена по определенным признакам.

Наибольшее распространение получили две системы классификации:

- универсальная десятичная классификация (УДК);
- библиотечно-библиографическая классификация (ББК).

Универсальная десятичная классификация используется более чем в 50 странах и юридически является собственностью Международной федерации документации (МФД), отвечающей за дальнейшую разработку таблиц УДК, их состояние и издание. В СССР УДК была введена с 1963 года в качестве системы классификации всех публикаций по точным, естественным наукам и технике. Эта система позволяет детально представить содержание документальных фондов и обеспечить оперативный поиск информации. УДК охватывает все отрасли знания.

Библиотечно-библиографическая классификация была разработана специалистами Российской государственной библиотеки (бывшая ГБЛ), Государственной публичной библиотеки им. Салтыкова-Щедрина, Библиотеки Академии наук РФ и Российской книжной палаты при участии других крупных научных библиотек и ученых. Она была задумана как единая классификационная система для библиотек всех типов. Основная задача ББК – раскрыть содержание произведений печати, представить их в виде стройной научно обоснованной системы знаний и тем самым максимально облегчить читателю использование книжных фондов.

Библиотеки стали активно использовать в своей работе последние достижения науки и техники и, прежде всего ЭВМ (и соответствующие системы памяти), объединенные с современными средствами связи.

В настоящее время сосуществуют различные системы научной коммуникации. Часть из них реализована в традиционной форме через информационные центры и библиотеки, другая часть – через сети данных. По такому (смешанному) принципу организована, в частности, доставка информации потребителям в Государственной системе научной и технической информации (ГСНТИ) и соответственно в Международной системе НТИ.

Последовательность поиска документальных источников информации. Цели и условия поиска документальных источников информации настолько различны, что никакой единой схемы быть не может. Необходимость своей особой схемы поиска наглядна уже при одном перечислении тех целей, которые при этом могут преследоваться: в одном случае требуется установить полный перечень литературы по определенной теме, в другом - только наиболее современные или главнейшие публикации по той или иной проблеме; для одних работ требуется добраться до первичных источников информации, для других - достаточно информации, содержащейся во вторичных документах, и т.д.

Подход к поиску литературы может зависеть и от того, в какой последовательности ее предполагается изучать: в хронологической, когда литературные источники рассматриваются в их прямой хронологической связи, или обратнохронологической, когда знакомятся сначала с новейшими изданиями, а затем уже переходят к более старым по времени публикациям. Совершенно очевидно, что в каждом случае будут совсем различными и сам перечень библиографических материалов, и последовательность обращения к ним.

Хорошо ориентируясь в библиотечных каталогах и библиографических указателях, можно без особого труда составить схему поиска документальных источников информации применительно к его конкретным целям.

Собственная библиография по интересующей проблеме составляется на основе библиотечных каталогов (это указатели произведений печати, имеющихся в библиотеке), представляющих собой набор карточек, в которых содержатся сведения о книгах, журналах, статьях и т.д. В карточку книги вносятся ее автор, заглавие, вид издания, место издания, издательство, год издания, количество страниц. В карточке журнальной статьи указываются автор, заглавие, название журнала, год издания, том, номер выпуска, количество страниц. В карточке газетной статьи кроме автора и заглавия приводятся название газеты, год, число и месяц. При ссылке на документы и составлении перечня источников необходимо обращать внимание на знаки препинания между элементами библиографического описания и применять их только так, как дано в карточке.

В процессе чтения литературы обязательно выявляются из ссылок и прикнижных списков использованных работ новые источники, поэтому требуется постоянная систематизация материала, его упорядочение в соответствии с поставленной задачей. Лучше организовать три раздела в собственной картотеке: «Прочитать», «Выписка», «Прочитано».

Необходимо правильно организовать свое рабочее место: на рабочем месте не должны присутствовать какие-то новые предметы, которые отвлекают внимание.

При работе с литературой необходимо уметь правильно читать, понимать и запоминать прочитанное. Существует ряд методик, способствующих быстрому чтению и запоминанию прочитанного материала.

3.4.2 Патентная документация

Для постановки научно-исследовательских работ важное значение имеет патентная документация, представляющая собой совокупность документов, содержащих сведения об открытиях, изобретениях и других видах промышленной собственности, а также сведения об охране прав изобретателей. Патентная документация обладает высокой степенью достоверности, так как подвергается тщательной экспертизе на новизну и полезность.

Закрепление приоритетных направлений результатов научных исследований (научное открытие, новые технологии, модели, химические соединения, штаммы микроорганизмов, научный труд, произведение) осуществляется в виде открытия или изобретения. Творение человеческого разума относится к категории интеллектуальной собственности.

Авторство охраняется законом. Результаты умственного труда, применяемые в промышленности, называют промышленной собственностью. Она разделяется на открытия, изобретения, полезные модели, промышленные образцы, товарные знаки, фирменные наименования.

Открытием признается установление неизвестных ранее объективно существующих закономерностей, свойств, явлений материального мира, вносящих изменения в уровень познания. Каждое открытие расширяет и углубляет познание материального мира. Открытие появляется в результате научно-исследовательской деятельности, направленной на решение научной проблемы (задачи). Открытием признается не всякое решение научной задачи, а такое, которое вносит коренные изменения в уровень познаний.

Результат творческой деятельности автора получает охрану со стороны государства по авторскому праву с того момента, когда он выражен в объективной форме. Это может быть рукопись, чертеж, модель, запись и т. д. Научная идея, например, сама по себе не может подпасть под охрану авторского права до тех пор, пока ее не представить в какой-либо объективной форме.

Авторское право может быть закреплено в виде документа, удостоверяющего признание какого-либо предложения изобретением, **приоритетом изобретения** или **авторства на изобретение**.

Автор изобретения по своему выбору может требовать, либо:

- авторское свидетельство, которое предоставляет изобретателю права и льготы в соответствии с действующим законодательством, а исключительное право пользоваться и распоряжаться изобретением оставляет за собой государство; авторское свидетельство действует *бессрочно;*

- **патент,** который предоставляет патентообладателю *исключительное право распоряжаться изобретением*. Патент действует только определенный срок (15 ... 18 лет), условием сохранения патента является своевременная уплата пошлины.

Чтобы защитить определенный вид промышленной собственности, необходимо подать заявку в Роспатент РФ для получения авторского свидетельства или патента. В нашей стране действуют обе формы охраны авторских прав изобретателя, однако в том случае, когда изобретение было создано в процессе работы автора на государственном, общественном или кооперативном предприятии и финансировалось ими или выполнялось по их заданию, заявителю выдается только авторское свидетельство.

Закрепление авторского права на изобретение, открытие осуществляется системой **Роспатента РФ.** Госкомитет по изобретениям бывшего СССР был реформирован. С образованием Российской Федерации в результате

осуществления ряда структурных преобразований и переподчинения (1992, 1996, 1998, 2004, 2011 годах) ведомство получило нынешнее название – Федеральная служба по интеллектуальной собственности (Роспатент), которая подчиняется Министерству экономического развития.

Роспатент включает в себя следующие подразделения:

1) Федеральный институт промышленной собственности (ФИПС) с отделением 9 «Палата по патентным спорам»;

2) ФГБОУ ВПО «Российская государственная академия интеллектуальной собственности»;

3) Федеральное государственное унитарное предприятие «Информационно- издательский центр» (ФГУП «ИНИЦ»).

Роспатент является федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по контролю и надзору в сфере правовой охраны и использования объектов интеллектуальной собственности, патентов и товарных знаков и результатов интеллектуальной деятельности, вовлекаемых в экономический и гражданско-правовой оборот, соблюдения интересов Российской Федерации, российских физических и юридических лиц при распределении прав на результаты интеллектуальной деятельности, в том числе создаваемые в рамках международного научно-технического сотрудничества.

Патентная информация – это информация об изобретениях, полезных моделях, промышленных образцах и товарных знаках, заявленных в качестве объектов промышленной собственности и/или официально признанных таковыми патентным ведомством.

Публикация патентной информации в виде официальных изданий сопровождает все основные этапы правовой охраны интеллектуальной собственности, и именно по этой причине официальные издания Роспатента являются наиболее оперативным и исчерпывающим источником информации о зарегистрированных в Российской Федерации объектах интеллектуальной собственности.

Полезная модель – это отличающееся относительной новизной решение технической задачи, относящееся к устройству и имеющее явно выраженные пространственные формы (объем, компоновку).

Под промышленным образцом понимаются особенности внешнего вида промышленного изделия, которые выполнены промышленным путем, придают изделию художественные (эстетические) достоинства и обладают новизной или оригинальностью.

Товарный знак – это помещаемые на товарах или употребляемые при их рекламе обозначения, отличающие данные товары от аналогичных товаров других предприятий.

Патентная информация как источник научно-технической информации обладает *оперативностью* (как правило, предшествует публикации других информационных материалов), *достоверностью* (данные проверяются государственной патентной экспертизой), *полнотой сведений* (излагается суть

открытий или изобретений, используется сквозная нумерация патентных документов).

Основной научно-технической ценностью патентной информации являются описания изобретений, которые согласно патентному законодательству не могут содержать неправильных сведений и должны отличаться новизной. Поэтому правильное использование патентной информации дает возможность осуществлять новые разработки на уровне лучших мировых образцов с учетом имеющихся решений и основных тенденций развития техники. В связи с этим перед началом разработки научно-исследовательской темы (проблемы) необходимо предварительно провести патентные исследования. Это комплекс работ, включающих поиск, отбор, анализ и целенаправленное использование патентной информации (патентной документации и литературы). Под *патентной документацией* понимается публикация официальными органами различных стран сведений об открытиях, изобретениях, промышленных образцах, полезных моделях, товарных знаках. Сведения публикуются в виде библиографических или реферативных данных или в виде полных описаний. Под *патентной литературой* понимаются различные издания (статьи, брошюры, книги, журналы, заметки и т.п.), посвященные различным вопросам патентной, патентно-правовой, патентно-лицензионной, патентно-информационной и изобретательской деятельности.

В зависимости от задач, решаемых разработчиками на различных стадиях НИОКР, патентные исследования имеют следующие цели: обоснование включения темы в план работы организации и определение возможных потребителей объекта разработки; обоснование выбора пути решения задачи и обеспечение его патентоспособности и патентной чистоты. Патентоспособность – свойство технического решения быть защищенным в качестве изобретения на основе закона соответствующей страны. Патентная чистота – это юридическое свойство объекта, заключающееся в том, что он может быть использован в данной стране без опасности нарушения действующих на ее территории патентов.

Основной объем работ по патентным исследованиям выполняется отделом-разработчиком при методической помощи патентного подразделения и отдела научно-технической информации (ОНТИ). При разработке регламента поиска обязанности распределяются так, что отдел - разработчик определяет предмет поиска (разбивка темы на составные части), круг стран и глубину поиска (период времени, за который проводится поиск). Патентное подразделение оказывает при этом помощь в классификации предметов поиска по Международной или национальной классификации изобретений, в определении требуемых источников информации, в обосновании видов поиска (тематический, именной и т.д.). Отдел научно-технической информации оказывает помощь разработчику в классификации предметов поиска по УДК и предоставляет имеющиеся информационные материалы для использования.

Источниками информации, используемыми в процессе патентных исследований, являются бюллетени патентных ведомств стран мира, описания изобретений, реферативная информация по изобретениям, публикации о внедренных изобретениях, рекламные материалы, отчеты о НИР и ОКР и о заграничных командировках, информация по отраслям народного хозяйства, а также отчеты о патентных исследованиях.

Наиболее оперативным источником *патентной информации* являются **патентные бюллетени**, в которых дается сигнальная информация для предварительного ознакомления и отбора нужных патентных материалов: формула (аннотация, реферат) изобретения с чертежом.

Описание изобретения (патентное описание) кроме технической информации, раскрывающей сущность изобретения, содержит элементы, определяющие объем правовой защиты. Например, описание изобретения должно отражать следующие обязательные пункты: название изобретения и класс Международной классификации изобретений, характеристику аналогов изобретения, характеристику и критику прототипов, цель изобретения, сущность изобретения и его отличительные признаки, примеры конкретного выполнения и сведения о предполагаемой технико-экономической эффективности, формулу изобретения, в которой выделяются наиболее существенные его признаки, подлежащие правовой защите.

В зависимости от задач патентные поиски могут быть *тематическими* (предметными): поиск описаний изобретений в соответствии с заданной тематикой; *именными* (фирменными): поиск описаний изобретений по имени изобретателя или патентовладельца; *нумерационными:* описания изобретений отбирают по номеру авторского свидетельства, патента, заявки; поисками *патентов - аналогов:* описания изобретений отбираются по родовой зависимости (единство даты приоритета, номера приоритетной заявки и страны приоритета); патентно-правовыми*:* по сроку действия патента и других юридических правил, действующих в стране поиска.

Основным средством организации и поиска информации в мировом патентном фонде являются системы классификации изобретений. В ряде стран до настоящего времени применяются национальные классификации изобретений (НКИ). Однако рост объема мирового патентного фонда и развитие международного сотрудничества привели к необходимости создания единой классификации – Международной классификации изобретений (МКИ). МКИ и НКИ представляют собой многоступенчатые системы деления понятий, организованные по принципу от общего к частному, т.е. построенные по иерархическому способу.

Международная классификация изобретений создавалась в соответствии с положениями Европейской конвенции о международной патентной классификации (1954). МКИ периодически пересматривается для совершенствования системы с учетом развития науки и техники. Каждые пять лет, выходит очередная редакция МКИ для индексирования документов текущей регистрации. Органом по внедрению МКИ является международное

бюро Всемирной организации интеллектуальной собственности (ВОИС). В нашей стране МКИ была введена в качестве единой государственной классификации патентной документации в 1970 г.

МКИ охватывает все области знаний. В информационно-поисковом языке МКИ используются слова, фразы и словосочетания естественного языка, снабженные алфавитно-цифровой нотацией.

Порядок проведения поиска в патентных фондах зависит от особенностей организации патентного фонда конкретной страны. Обычно вначале осуществляется тематический (предметный) поиск, который целесообразно начинать с просмотра патентных бюллетеней стран с использованием в случае необходимости соответствующего патентного фонда. Если поиск ведется по США, Великобритании, Франции, ФРГ, Швейцарии, Японии или по странам СЭВ, то можно просмотреть реферативные издания НПО «Поиск». Затем проводится именной (фирменный) поиск на основе именных указателей, издаваемых патентными ведомствами соответствующих стран, а также различных фирменных справочников. Необходимо также учесть, что в некоторых странах в именные указатели включаются только фирмы-патентовладельцы.

Нумерационный поиск можно проводить, если известен номер авторского свидетельства или патента и страна. Поиск от приоритетного патента к патентам-аналогам может производиться по нумерационным указателям приоритетных заявок или по указателям патентов-аналогов.

Патентно-правовой поиск проводится по соответствующим разделам официальных патентных бюллетеней и по спискам действующих патентов исключительного пользования. При проведении патентно-правового поиска следует иметь в виду, что время начала и срок действия охранного документа определяются патентным законодательством конкретной страны, причем в разных странах они различны.

Большую издательскую деятельность осуществляет ФГУП «ИНИЦ» Роспатента: издания изобретений стран мира; «Научно-практический журнал»; «Патентная информация сегодня»; сборник «Патентное дело».

Вся информация по изобретениям, патентам в виде информационных бюллетеней сосредоточена в крупных библиотеках и патентных отделах.

Патентная документация как источник технической информации по сравнению с другими источниками технических информаций имеет ряд неоспоримых преимуществ:

- текущая патентная документация отражает новейшую информацию, патент не выдается на ранее раскрытые изобретения;
- патентная статистика характеризует распределение новых научно – технических идей по отраслям знаний и по этим документам можно выявить наиболее важные направления развития науки и техники;
- в последнее десятилетие широкое распространение получило прогнозирование на основе патентной информации, т. е. по количеству

патентной документации можно выявить, какие идеи являются в данный момент прогрессивными.

Вопросы самопроверки

1. *Назовите структуру экспериментального исследования*
2. *Что такое фундаментальные исследования?*
3. *Что такое прикладные исследования?*
4. *Назовите основные отличия между фундаментальными и прикладными исследованиями*
5. *Какие пункты включает в себя планирование научно-исследовательских работ?*
6. *Что нужно сделать, чтобы начать научно-исследовательские работы?*
7. *Какие пункты включает стратегия исследования?*
8. *Какие пункты включает тактика исследования?*
9. *Как Вы расшифруете понятие «самоэкспертиза исследования»?*
10. *Назовите основные пункты, приводимые в заключении исследования?*
11. *Особенности работы с патентной документацией*

ГЛАВА 4. МАТЕМАТИЧЕСКАЯ (СТАТИСТИЧЕСКАЯ) ОБРАБОТКА ДАННЫХ

Первичная обработка экспериментальных данных. Погрешности. Дисперсия. Стандартное отклонение. Коэффициент вариации. Корреляционный, регрессионный анализы

4.1 Первичная обработка экспериментальных данных

Экспериментатор, в самой общей схеме своего исследования, воздействует на исследуемый объект, получает информацию о результатах этого воздействия и обрабатывает ее. Эти данные зашумлены случайными погрешностями измерений. В силу этого при первичной обработке экспериментальных данных основной математический аппарат базируется на теории вероятностей и математической статистике. Экспериментальные исследования все чаще ведутся с помощью измерительно-вычислительных комплексов, которые позволяют получать, хранить и обрабатывать экспериментальные данные.

Первичная обработка данных направлена на преобразование зарегистрированных величин к виду, удобному для последующего хранения и обработки. При этом не требуется применения сложного математического аппарата. В ходе первичной обработки данные подвергаются "сжатию" (например, результат регистрации заносится в соответствующий классификационный разряд статистического ряда) и записываются в специальные массивы, хранящиеся в основной или внешней памяти ЭВМ.

После сбора первых экспериментальных данных процедура эксперимента продолжается. Во-первых, как правило, единичные результаты нельзя считать окончательным решением поставленной задачи. Во-вторых, такие результаты нуждаются в логической доработке, превращающий их в научный факт, в истинности которого не возникает сомнений. Отдельные экспериментальные данные, полученные на начальной стадии исследования, могут содержать ошибки, связанные с некорректной постановкой эксперимента, неправильными показаниями измерительных приборов, отклонениями в функционировании органов чувств и т.д. Поэтому, как правило, проводится не один эксперимент, а серия экспериментов, в которых уточняются и проверяются результаты измерений, собираются недостающие сведения, проводится их предварительный анализ. Затем, полученные экспериментальные данные обрабатываются в рамках математической теории ошибок, позволяющей количественно оценить достоверность окончательных результатов. Сколь бы точными ни были наблюдения и измерения, погрешности неизбежны, а задача естественноиспытателя заключается в том, чтобы приблизить экспериментальные данные к объективным значениям определяемых величин, т.е. уменьшить интервал неточности. Современная статистическая теория ошибок вооружает экспериментаторов надежными

средствами корректировки экспериментальных данных. Статистическая обработка - не только эффективное средство уточнения экспериментальных данных, но и первый шаг обобщения их в процессе формирования научного факта. Разумеется, статистическая обработка необходимая, но не достаточная операция при переходе от эмпирических данных к естественно - научному факту. Вновь зафиксированное явление или свойство объекта становится научным фактом только после его интерпретации. Таким образом, научный факт, полученный в эксперименте, представляет собой результат обобщения совокупности выводов, основанных на наблюдениях и измерениях характеристик исследуемого объекта.

Предварительная обработка данных связана с их обобщением, сортировкой по системным событиям и периодам наблюдения. Основная обработка зарегистрированных данных направлена на определение тех показателей и функций, которые вытекают из целей экспериментального исследования. Реализация соответствующих процедур предусматривает широкое использование сложного математического аппарата с большим объемом вычислений. Результаты обработки экспериментальных материалов носят частный характер, и без должного обоснования по ним нельзя делать обобщающие выводы относительно аналогичных объектов, функционирующих в других условиях. Собрав весь экспериментальный материал, исследователь подвергает его последовательной обработке. Эту работу можно разбить на ряд стадий:

- материал систематизируется;
- исключаются материалы и данные, оказавшимися лишними: дублирующие друг друга; материалы, не укладывающиеся в тему и т.д.;
- оценивается пригодность данных, информации с точки зрения задач исследования; материал, признанный непригодным, исключается и до окончания работы хранится отдельно;
- в случае надобности составляются вспомогательные указатели к собранному материалу или дополняются ранее составленные.

Сбор материала и его обработка составляют два самостоятельных этапа в работе исследователя. Однако иногда бывает целесообразно совместить их, чередуя в пределах каждого рабочего периода. Благодаря такому чередованию не возникает утомления из-за однообразной работы; чередование может быть продиктовано и условиями работы в лаборатории или библиотеке; переход от незавершенного сбора материала к его обработке может вызываться желанием выполнить эту работу «по свежим следам», пока в памяти сохраняются структура и терминология прочитанной статьи и есть возможность зафиксировать вызванные ею мысли.

Математическая обработка экспериментальных данных *является обязательным атрибутом экспериментальных исследований, оперирующих большим массивом цифрового материала, различных показателей проведенных экспериментов.*

Достоверность получаемой **информации,** результатов измерения, анализов зависит от правильности самой процедуры измерения.

Измерением называют процесс количественного сравнения некоторого свойства объекта с мерой этого свойства или со стандартом (эталоном). Отсюда следует, что получение результата измерения сопряжено с погрешностями, которые могут быть следствием несовершенства как методики измерения, так и меры. В итоге результат измерения не совпадает с истинным значением измеряемой величины, а представляет лишь ее оценку.

Процедура получения информации заключается в считывании ее показаний приборов, в непосредственном проведении измерений, анализов и т.д. Сама эта процедура таит в себе саму возможность совершения тех или иных ошибок, называемых ***погрешностями.***

Разность между результатом измерения и истинным значением называется ***погрешностью результата.*** В соответствии с общей теорией ошибок, ее приложением к анализу вещества и рекомендациями Международного союза теоретической и прикладной химии (ИЮПАК) по представлению результатов химического анализа различают:

– ***систематические погрешности,*** остающиеся неизменными или закономерно изменяющиеся в процессе измерения (неправильное приготовление эталонов, растворов, индикаторов, неисправность аппаратуры, индивидуальные постоянные особенности аналитика);

– ***случайные погрешности***, возникающие под влиянием нерегулируемых случайных факторов объективного и субъективного характера.

Действие этих факторов приводит к тому, что отклонения результата от его истинного значения носят статистический, вероятностный характер.

Типичные составляющие погрешности измерений. Методические составляющие погрешности измерений:

- неадекватность модели, параметры которой принимаются в качестве измеряемых величин;
- погрешности при отборе, усреднении проб.

Инструментальные составляющие погрешности измерений*:*

- основные и дополнительные погрешности средств измерений, из-за ограниченной разрешающей способности, инерционных свойств средств измерений;
- погрешности передачи измерительной информации;
- погрешности, вносимые оператором (субъективные погрешности):
- погрешности считывания, обработки значений со шкал и диаграмм под воздействием оператора на объект и средства измерения.

К метрологическим характеристикам точности измерений, связанных со случайными погрешностями, относятся повторяемость и воспроизводимость измерений (см. ИСО 5725 «Точность методов анализа»).

Повторяемость характеризует вариации методики в условиях, когда анализ проводит один оператор в одной и той же лаборатории с использованием одного и того же оборудования.

Воспроизводимость относится к условиям, когда анализ проводится в различных лабораториях разных стран, различными операторами и при использовании оборудования, выпускаемого различными фирмами.

Таким образом, повторяемость и воспроизводимость представляют собой две крайности – минимальную и максимальную вариацию данного метода анализа.

Имеется и третий класс погрешностей, носящий название ***грубых ошибок*** или ***промахов***. Это резкое нарушение условий измерений, неправильная запись, поломка прибора во время эксперимента и другие подобные причины, приводящие к появлению результатов, резко выпадающих из ряда измерений. Такие результаты должны быть исключены из рассмотрения.

Оценкой правильности анализа являются *абсолютная и относительная* средние систематические погрешности. Мерой *воспроизводимости* метода анализа служит *стандартное отклонение*

Для правильной оценки качества окружающей среды, характеристики ее химико-биологического состояния, степени загрязнения и т.п. требуется выполнить по крайне мере два условия:

– ***их представительность, или репрезентативность;***

– ***удовлетворительный анализ некоторого минимума проб.***

Вопросу репрезентативности проб следует уделять не меньше внимания, чем собственно химическому анализу. Неправильный выбор пунктов, горизонтов, времени наблюдений, ошибки в организации и технике отбора проб приводят к даже более серьезным и неисправимым искажениям информации, чем некорректный анализ.

Под репрезентативностью проб понимают их соответствие поставленной задаче как по количеству и объему, так и по точкам отбора, предварительной обработке, условиям хранения и транспортировки.

Репрезентативность выборочных показателей. Привлечение объектов для исследования можно проводить двумя основными методами. Можно подвергнуть изучению всех особей определенного массива или только их часть, определенным образом выбранную. В первом случае проводится сплошное обследование всей генеральной совокупности, во втором случае - выборочное исследование.

Генеральная совокупность. Весь массив особей определенной категории называется **генеральной совокупностью.** Объем генеральной совокупности определяется задачами исследования.

Если изучается какой-нибудь вид диких животных или растений, то генеральной совокупностью будут все особи этого вида. В данном случае объем генеральной совокупности будет очень большим и при расчетах он принимается за бесконечно большую величину.

Если изучается действие какого-нибудь агента на растения и животных определенной категории, то генеральной совокупностью будут все растения и животные той категории (вида, пола, возраста, хозяйственного назначения), к которой относились "подопытные объекты. Это уже не очень большое количество особей, но еще недоступное для сплошного изучения.

Не всегда объем генеральной совокупности недоступен для сплошного исследования. Иногда изучаются небольшие совокупности, например, определяется средний удой или средний настриг шерсти у группы животных, закрепленных за определенным работником. В таких случаях генеральной совокупностью будет совсем небольшое количество особей, которые все исследуются. Небольшая генеральная совокупность встречается также при исследовании растений или животных, имеющихся в какой-нибудь коллекции, с целью характеристики определенной группы в данной коллекции.

Характеристики групповых свойств ***(M, ò*** и т.д.), относящиеся ко всей генеральной совокупности, называются **генеральными параметрами**.

Выборка - группа объектов, отличающихся тремя особенностями:

а) это - часть генеральной совокупности;

б) отобранная в случайном порядке, определенным образом;

в) исследуемая для характеристики всей генеральной совокупности.

Для того чтобы по выборке можно было получить достаточно точную характеристику всей генеральной совокупности, необходимо организовать правильный отбор объектов из генеральной совокупности.

Теорией и практикой разработано несколько систем отбора особей (проб) в выборку. В основу всех этих систем положено стремление обеспечить максимальную возможность выбора любого объекта из генеральной совокупности. Тенденциозность, предвзятость при отборе объектов для выборочного исследования препятствуют получению правильных общих выводов, делают результаты выборочного исследования непоказательными для всей генеральной совокупности, т. е. нерепрезентативными.

Например, если изучаются свойства вида, сорта, породы с целью выявить характерные особенности массивов, то нельзя выбирать только лучших представителей из лучших условий обитания, из лучших хозяйств; также неправильно для указанной цели изучать только средних или треть лучших, треть средних и треть худших. При такой организации наблюдения получается не объективная, а искаженная характеристика генеральной совокупности. Эта характеристика будет с таким распределением особей по их качеству, которое совершенно не соответствует действительному составу генеральной совокупности, и только отражает то, что исследователю казалось лучшим или худшим еще до проведения самого исследования этого вопроса.

Для получения правильной, неискаженной характеристики всей генеральной совокупности необходимо стремиться обеспечить возможность отбора в выборку любого объекта из любой части генеральной совокупности. Это основное требование должно выполняться тем строже, чем более изменчив изучаемый признак. Вполне понятно, что при разнообразии,

приближающемся к нулю, например в случае изучения цвета волос или перьев некоторых видов, любой способ отбора выборки даст репрезентативные результаты.

В различных исследованиях применяются следующие способы отбора объектов в выборку.

1**. Случайный повторный отбор**, при котором объекты изучения отбираются из генеральной совокупности без предварительного учета развития у них изучаемого признака, т.е. в случайном (для данного признака) порядке; после отбора каждый объект изучается и затем возвращается в свою генеральную совокупность, так что любой объект может попасть повторно в выборку.

Такой способ отбора равносилен отбору из бесконечно большой генеральной совокупности, для которого разработаны основные показатели взаимоотношений между выборочными и генеральными величинами.

2. **Случайный бесповторный отбор**, при котором объекты, отобранные, как и при предыдущем способе, случайно, не возвращаются в генеральную совокупность и не могут повторно попасть в выборку.

Это наиболее распространенный способ организации выборки; он равносилен отбору из большой, но ограниченной генеральной совокупности, что учитывается при определении генеральных показателей по выборочным..

3. **Механический отбор**, при котором производится отбор объектов из отдельных частей генеральной совокупности, причем эти части предварительно намечаются механически по квадратам опытного поля, по случайным группам животных, взятых из разных ареалов популяции и т.д. Обычно намечается столько таких частей, сколько предполагается взять объектов для изучения, поэтому число частей бывает равно численности выборки.

Механический отбор иногда осуществляется выбором для изучения особей через определенное число, например при пропускании животных через раскол и отборе каждого десятого, сотого и т.д., или при взятии укоса через каждые 100 или 200 м, или отборе одного объекта через каждые встретившиеся 10, 100 и т.д. экземпляров при исследовании всей, популяции.

4. **Типический пропорциональный отбор** предполагает необходимость предварительного изучения генеральной совокупности по общебиологическим или хозяйственным особенностям, На основе такого изучения вся генеральная совокупность разбивается на части по типу растительных сообществ, в которых обитает вид, по рельефу местности, по виду хозяина паразита и т.д. Из каждой такой части для изучения выбирается в случайном порядке число экземпляров, пропорциональное населенности отдельных частей.

Например, при изучении определенной породы рыб берутся уловы из разных водоемов и из каждого улова берется число экземпляров, пропорциональное степени заселенности или объему водоема. При определении среднего процента жира за лактацию коровы пробы молока для исследования берутся в

контрольные дни каждого месяца пропорционально удою за эти дни. На основе такой выборки дается характеристика жирномолочности удоя за всю лактацию, который в данном случае является генеральной совокупностью, разбитой на типические части - месячные удои. Типический пропорциональный отбор производится также при определении качества шерсти у группы овец по пробам, взятым из каждого руна пропорционально весу рун.

5. **Серийный (гнездовой) отбор**, при котором генеральная совокупность разбивается на части - серии, некоторые из них исследуются целиком. Применяется этот способ с успехом в тех случаях, когда исследуемые объекты достаточно равномерно распределены в определенном объеме или на определенной территории.

Например, при исследовании зараженности воздуха или воды микроорганизмами берут пробы, которые подвергаются сплошному исследованию. В некоторых случаях гнездовым способом могут быть обследованы также сельскохозяйственные объекты. При изучении выходов мяса и других продуктов переработки мясной породы скота в выборку можно взять всех животных этой породы, поступивших на два-три мясокомбината. При изучении величины яйца в колхозном птицеводстве можно в нескольких колхозах провести изучение этого признака у всего поголовья кур.

Характеристики групповых свойств (**M, ờ** и т.д.), полученные для выборки, называются **выборочными показателями**.

Непосредственное изучение группы отобранных объектов дает, прежде всего, первичный материал и характеристику самой выборки.

Все выборочные данные и сводные показатели «нужны исследователю как воздух», имеют значение в качестве первичных фактов, вскрытых исследованием и подлежащих тщательному рассмотрению, анализу и сопоставлению с результатами других работ. Но этим не ограничивается процесс извлечения информации, заложенный в первичных материалах исследования.

То обстоятельство, что объекты отбирались в выборку специальными приемами и в достаточном количестве, делает результаты изучения выборки показательными не только для самой выборки, но также и для всей генеральной совокупности, из которой взята эта выборка.

Выборка при определенных условиях становится более или менее точным_отражением всей **генеральной** совокупности. Это свойство выборки называется **репрезентативностью**, что означает представительность с определенной точностью и надежностью.

Как и всякое свойство, репрезентативность выборочных данных может быть выражена в **достаточной** или в **недостаточной** степени. В первом случаев выборке получаются достоверные оценки генеральных параметров, во втором — недостоверные. Важно помнить, что получение недостоверных оценок не умаляет значения выборочных показателей для характеристики

самой выборки. Получение же достоверных оценок расширяет область применения достижений, полученных при выборочном исследовании.

Ошибки репрезентативности и другие ошибки исследований. Оценка генеральных параметров по выборочным показателям имеет свои особенности.

Часть никогда не может полностью охарактеризовать все целое, поэтому характеристика генеральной совокупности на основе выборочного исследования всегда будет неточной, всегда, будет иметь некоторую большую или меньшую ошибку.

Такие ошибки являются ошибками обобщения, ошибками, связанными с перенесением результатов, полученных при изучении выборки, на всю генеральную совокупность и называются **ошибками репрезентативности.**

Ошибки репрезентативности в оценке генеральных параметров нельзя путать с другими видами ошибок, которые могут появиться в экологических, биологических работах.

Вообще могут встречаться **пять категорий ошибок** в выборочных и сплошных исследованиях. Из них **первые четыре** *не могут быть вскрыты* при анализе уже полученного материала **биометрическими методами**.

Надо отбросить необоснованные надежды на то, что **методические** ошибки, ошибки **точности**, ошибки **внимания** и ошибки **типичности**, допущенные при сборе первичного материала, могут каким-то образом быть обезврежены или учтены последующим применением математических методов. Эта возможность имеется только по отношению к **пятой** категории ошибок - к **ошибкам репрезентативности**.

Краткое описание ошибок всякого исследования можно представить в следующем виде.

А. Ошибки, которые нельзя учесть биометрическими методами, но избежать или свести их к минимуму можно хорошей организацией исследования.

1. Ошибки **методические** возникают при применении неправильной **методики сбора** и **обработки материалов**, при неточном проведении химических анализов, при не выравненности общих условий жизни для контрольной и опытной групп и т.п.

2. Ошибки **точности** — это пороки **первичной регистрации** фактов, измерение непроверенными, испорченными инструментами, расчеты с недостаточной, а также и с избыточной ненужной точностью.

3. Ошибки **внимания - описки**, **просчеты**, **перепутывание** материалов, **опечатки.**

4. Ошибки **типичности** (иногда их неправильно называют ошибками репрезентативности) возникают главным образом в начальных стадиях экспериментов и наблюдений. Это **особенно опасный** вид **ошибок**, происходящих оттого, что в выборку отбирается группа объектов, нетипичная для всей генеральной совокупности, и по такой выборке делаются прогнозы на всю генеральную совокупность, вследствие чего получается сильно искаженная характеристика всей массы объектов изучаемой категории.

Ошибки типичности могут быть допущены бессознательно, при непонимании того, что в выборку должны привлекаться объекты без учета у них величины изучаемого признака, в случайном порядке - рендомизированно.

Ошибки типичности могут бить причиной совершенно ложных генеральных выводов, если они применяются сознательно, при тенденциозном подборе первичных данных в соответствии с тем, что хочет получить во что бы то ни стало недобросовестный автор исследования. Такие ошибки не могут быть вскрыты или учтены биометрией; ликвидация их целиком лежит на совести авторов биологических исследований.

Б. **Ошибки, учитываемые биометрическими методами**, но неустранимые при проведении любого экологического, биологического исследования.

5. Ошибки **репрезентативности** возникают всегда, когда требуется по части охарактеризовать целое. Это неизбежные ошибки, вытекающие из самой сущности выборочного исследования: вся генеральная совокупность может быть охарактеризована по одной своей части только с некоторой ошибкой, с определенной погрешностью. Ошибки репрезентативности не могут быть устранены при любой организации работ (за исключением перехода на сплошное изучение).

Законен вопрос: зачем проводить исследование, которое безнадежно обречено на получение ошибочных результатов? Ответ на этот вопрос содержится в особых свойствах этих ошибок.

Во-первых, ошибки репрезентативности можно свести к достаточно малой величине, к величине допустимой погрешности, практически приемлемой при оценке генеральных параметров в конкретных условиях. Делается это путем привлечения в выборку достаточного количества объектов.

Во-вторых, возможную величину ошибок репрезентативности можно определить на основе анализа выборочных данных и учесть при оценке генеральных параметров.

Математическая статистика дает способы определения ошибок репрезентативности (ошибок выборочных показателей) средней арифметической m, доли m_p разности двух выборочных показателей m_d, коэффициента корреляции m_r и др.

Понимание сущности ошибок репрезентативности предохранит от необоснованного применения их. Определять величину ошибок репрезентативности требуется только для выборочных показателей, так как генеральные параметры не имеют ошибок репрезентативности.

Предположим, две отары овец исследуются в порядке серийного отбора как выборки из двух различных генеральных совокупностей, например из двух пород, для характеристики этих пород. В этом случае расчет ошибок репрезентативности средних показателей совершенно необходим для получения правильных выводов и для правильного сравнения обеих генеральных совокупностей - пород по изучаемому признаку.

Если же исследуются не выборки, а генеральные совокупности, определять ошибки репрезентативности не нужно. Например, определяется, в отаре какого чабана получен больший настриг шерсти за год. Для этой цели исследуются две отары и по каждой определяется требуемая средняя годовая величина настрига. В данном случае расчет ошибок репрезентативности не будет иметь ни теоретического, ни практического применения. Обе отары в этом случае являются генеральными совокупностями, сравниваемыми на основе сплошного исследования. Поэтому любой статистический показатель по этим стадам определяется без ошибок репрезентативности. Такие невыборочные показатели могут иметь все другие категории ошибок, не учитываемых математической статистикой, но ошибок репрезентативности они не имеют.

Определять величину ошибок репрезентативности следует только в тех случаях, когда организация исследования исключает все другие виды ошибок или когда все они сведены к минимуму. Например, изучается вес рыб, идущих косяком, в котором впереди - самки, за ними - молодь и сзади - самцы. Если в выборку попали рыбы главным образом из головной части косяка, то при определении среднего веса для всего косяка будет допущена ошибка типичности: в выборку попали особи только из одной части генеральной совокупности, отличающейся от остальных частей. Очевидно, что в данном случае расчет ошибок репрезентативности уже не поможет, так как отбор особей в выборку произведен неправильно.

Виды отбора проб. В зависимости от цели исследования отбор проб может быть **разовым** (нерегулярным) и **регулярным**, или серийным.

Нерегулярный отбор проб используют для периодического определения количественной характеристики того или иного объекта, явления и т.д. Регулярный отбор проб дает наиболее определенную и надежную информацию о состоянии объекта.

Место отбора пробы и схему отбора выбирают в соответствии с целями анализа и задачами с учетом требований репрезентативности отбора пробы, чтобы полученная (или усредненная) проба давала бы наиболее полное представление об общей совокупности.

В биологических, экологических системах связи носят вероятностный характер, а снимаемые в экспериментах показатели имеют определенный разброс, вызванный рядом причин, о которых говорилось выше, то к полученным экспериментальным данным предъявляется критерий надежности.

Критерий надежности – это показатель вероятности безошибочных прогнозов. Для большинства наук, в частности биологического профиля, вероятность безошибочных прогнозов берется как β – 0,95, т.е. событие прогнозируется в 95 случаях из 100. При повышенной требовательности и надежности она может быть взята как β – 0,95, и при особо повышенной требовательности β – 0,999.

Результат всякого точного измерения имеет малую ценность до тех пор, пока не указана погрешность, с которой оно выполнено.

К методам **первичной** статистической обработки результатов эксперимента относятся определения моды, медианы, выборочного среднего, разброса выборки, дисперсии.

К методам **вторичной** статистической обработки результатов эксперимента относятся определения корреляции, регрессионного исчисления; факторный анализ.

При систематизации большого цифрового массива экспериментальных данных необходимо рассчитать следующие показатели:

- **среднюю арифметическую** – это обобщающая количественная характеристика совокупности однотипных явлений по одному варьирующему признаку;
- **дисперсия** – мера рассеивания – отклонения от среднего;
- **среднеквадратическое отклонение** (стандарт отклонения) – наиболее распространенный показатель вариации количественной переменной, измеряет «средний» разброс значений переменной относительно ее среднего арифметического в тех же единицах измерения, что и сама переменная; равен корню квадратному из дисперсии; используется при нахождении стандартной ошибки среднего арифметического, построения доверительных интервалов, статистической проверке гипотез, измерении линейных связей между переменными и т.д.
- **коэффициент вариации** – показатель вариации количественной переменной, измеряющий стандартное отклонение в процентах от среднего арифметического; применяется в сравнительном анализе для сопоставления результатов, полученных для разных переменных.

4.2 Корреляционный анализ

Исследуя природу, общество, экономику, необходимо считаться с взаимосвязью наблюдаемых процессов и явлений. При этом полнота описания, так или иначе, определяется количественными характеристиками причинно-следственных связей между ними.

Корреляция – это статистическая зависимость между случайными величинами, не имеющими строго функционального характера, при которой изменение одной из случайных величин приводит к изменению математического ожидания другой.

Первоначально исследования корреляции проводились в биологии, а позднее распространились и на другие области. Корреляция – переводится как «соответствие, соответственно» (введено английскими биометриками Гальтоном и Пирсоном).

Корреляционный анализ и регрессионный анализ являются смежными разделами математической статистики, и предназначаются для изучения по выборочным данным статистической зависимости ряда величин,

некоторые из которых являются случайными. При статистической зависимости величины не связаны функционально, но как случайные величины заданы совместным распределением вероятностей. Исследование зависимости случайных величин приводит к моделям регрессии и регрессионному анализу на базе выборочных данных. Теория вероятностей и математическая статистика представляют лишь инструмент для изучения статистической зависимости, но не ставят своей целью установление причинной связи. Представления и гипотезы о причинной связи должны быть привнесены из некоторой другой теории, которая позволяет содержательно объяснить изучаемое явление.

Корреляционный анализ является одним из методов статистического анализа взаимосвязи нескольких переменных признаков. Он определяется как метод, применяемый тогда, когда данные наблюдения можно считать случайными и выбранными из генеральной совокупности, распределенной по многомерному нормальному закону. Основная задача корреляционного анализа (являющаяся основной и в регрессионном анализе) состоит в оценке уравнения регрессии.

Сама по себе величина коэффициента корреляции не является доказательством наличия причинно-следственных связей между исследуемыми признаками, а является оценкой степени ***взаимной согласованности*** в изменениях признаков. Установлению причинно-следственной зависимости предшествует анализ качественной природы явлений.

Корреляционная связь не предполагает причинной зависимости между переменными, но он может использоваться для анализа тесноты и направления связи и в причинных моделях. Инструментами анализа являются разнообразные меры связи. Выбор мер (коэффициентов) связи зависит от способов измерения переменных и характера связи между ними.

Корреляционный анализ имеет своей задачей количественное определение тесноты связи между двумя признаками (при парной связи) и между результативным признаком и множеством факторных признаков (при многофакторной связи). **Факторными** называются признаки (их еще называют - переменная **независимая** величина, это абсцисса ***x*** на оси ординат), под действием которых изменяются другие, а признаки, зависящие от факторного – **результативными (**или переменная зависимая величина, ордината ***y*** на оси ординат).

Теснота связи количественно выражается величиной коэффициентов корреляции. Коэффициенты корреляции, представляя количественную характеристику тесноты связи между признаками, дают возможность определить «полезность» факторных признаков при построении уравнений множественной регрессии. Величина коэффициентов корреляции служит также оценкой соответствия уравнению регрессии выявленным причинно-следственным связям.

Задачи корреляционного анализа сводятся к измерению тесноты

известной связи между варьирующими признаками, определению неизвестных причинных связей (причинный характер которых, должен быть выяснен с помощью теоретического анализа) и оценке факторов, оказывающих наибольшее влияние на результативный признак.

В общем виде задача корреляционного анализа в области изучения взаимосвязей состоит не только в количественной оценке их наличия, направления и силы связи, но и в определении формы (аналитического выражения) влияния признаков на результативный.

Корреляционный анализ в узком смысле – исследуется сила связи и регрессионный анализ, в ходе которого оцениваются ее форма и воздействие одних факторов на другие.

Формы проявления взаимосвязей весьма разнообразны. В качестве двух самых общих их видов выделяют *функциональную* (полную) и *корреляционную* (неполную) связи. В первом случае величине факторного признака строго соответствует одно или несколько значений функции, во втором – связь проявляется в среднем для массива наблюдений.

Корреляционную связь называют неполной (или статистической) потому, что проявляется в среднем для массовых наблюдений, когда заданным значениям зависимой переменной соответствует некоторый ряд вероятных значений независимой переменной. Объяснение тому – сложность взаимосвязей между анализируемыми факторами, на взаимодействие которых влияют неучтенные случайные величины. Поэтому связь между признаками проявляется лишь в среднем, в массе случаев. При корреляционной связи каждому значению аргумента соответствует случайно распределенные в некотором интервале значения функции (рис. 4.1).

По направлению связи бывают *прямыми*, когда зависимая переменная растет с увеличением факторного признака (рис. 4.2), и *обратными* (рис. 4.3), при которых рост последнего сопровождается уменьшением функции. Такие связи также можно назвать соответственно *положительными и отрицательными*.

Аналитическая форма связи бывает *линейная,* когда функция ***y*** изменяется примерно равномерно, в соответствии с изменением факторного признака (рис. 4.4), но если, изменение функции ***y*** неравномерно от изменения факторного признака, то эта связь является *нелинейной* (криволинейной) (рис. 4.1; 4.5).

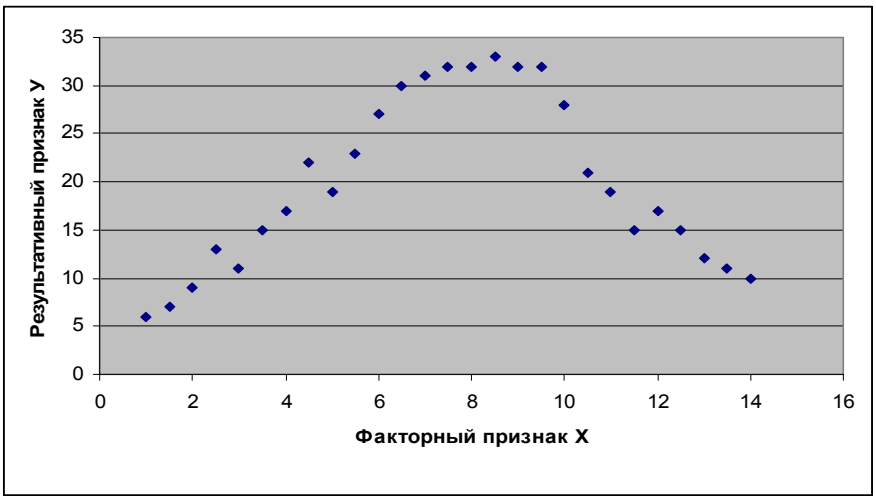


Рис. 4.1. Зависимость результативного признака ***y*** от факторного ***x***

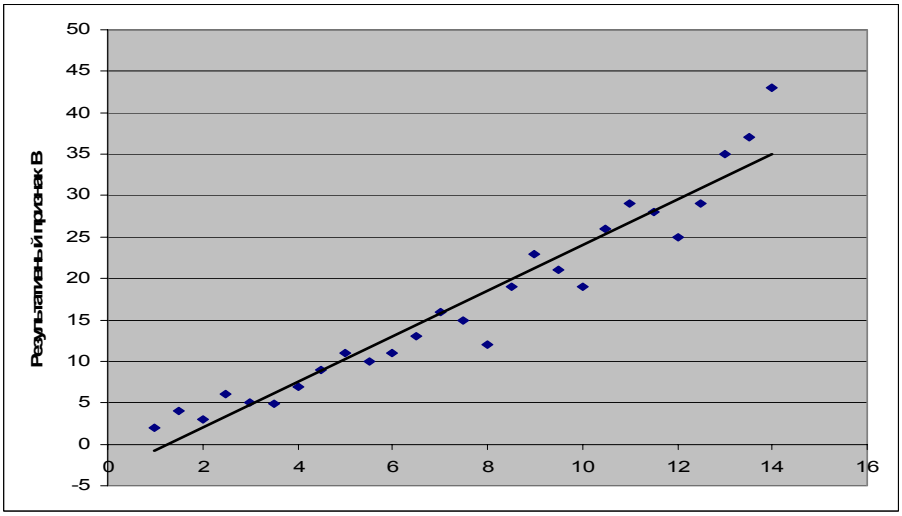


Рис. 4.2. Прямая (положительная) корреляционная связь

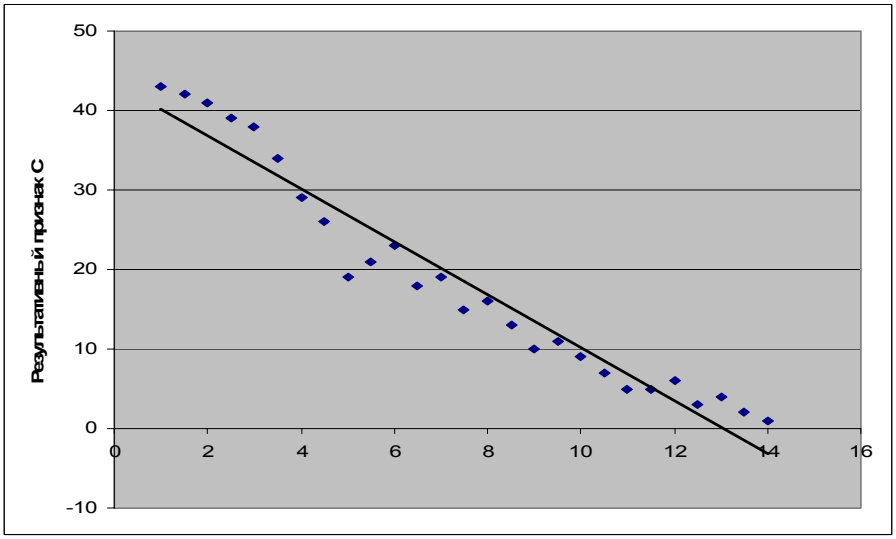


Рис. 4.3. Обратная (отрицательная) корреляционная связь

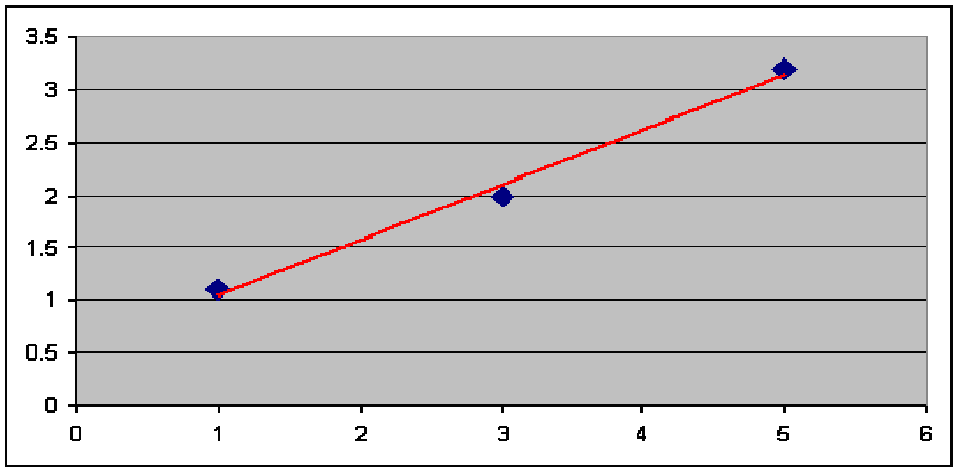


Рис. 4.4. Линейная прямая связь

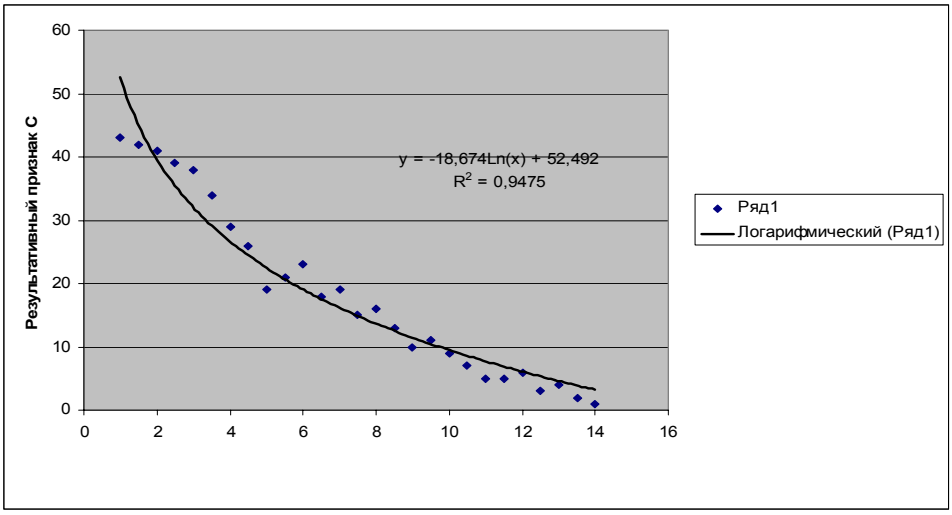


Рис. 4.5. Криволинейная (отрицательная) зависимость результативного признака С от факторного А

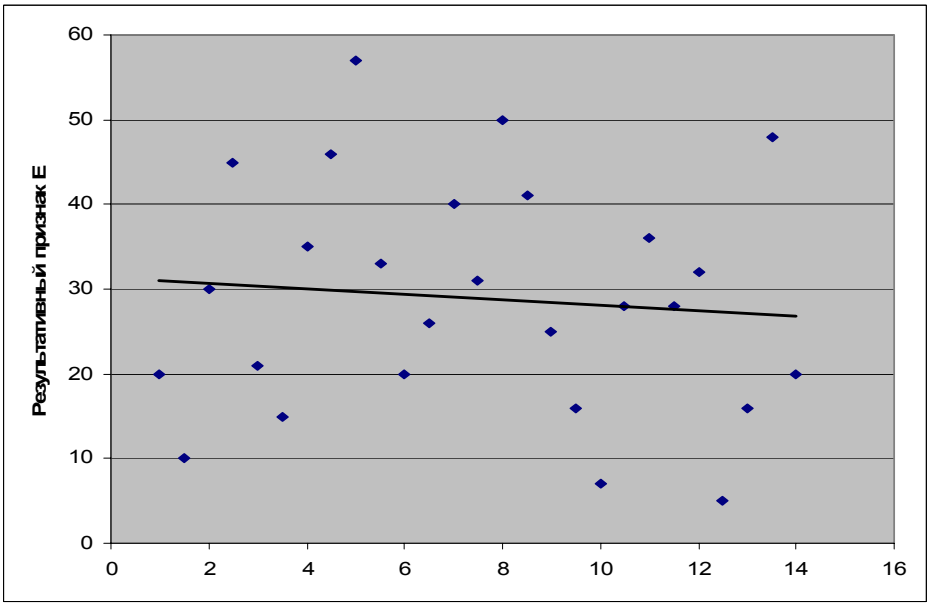


Рис. 4.6. Переменные линейно независимы

Если корреляционная связь отсутствует, то есть ***r*** = 0, то рассматриваемые переменные линейно независимы, на диаграмме рассеяния облако точек "вытянуто по горизонтали" (рис. 4.6).

Существует еще одна достаточно важная характеристика связей с точки зрения взаимодействующих факторов. Если характеризуется связь двух признаков, то ее принято называть *парной*. Если изучаются более чем две переменные – *множественной*.

По силе различаются *слабые и сильные* связи. Эта формальная характеристика выражается конкретными величинами и интерпретируется в соответствии с общепринятыми критериями силы связи для конкретных показателей.

Теснота связи количественно выражается величиной коэффициентов корреляции, которые, давая количественную характеристику тесноты связи между признаками, позволяют определять «полезность» факторных признаков при построении уравнения множественной регрессии. Знаки при коэффициентах корреляции характеризуют направление связи между признаками.

По абсолютному значению коэффициент корреляции колеблется от 0 до 1. При коэффициенте ***r*** = 0,4-0,6 связь считается удовлетворительной, при 0,6-0,8 – хорошей и 0,8 и выше – отличной. Чем ближе коэффициент корреляции к единице (+ 1 или –1), тем теснее связь между переменными. Знак обозначает, что связь является прямой или обратной. Если данные по всем наблюдениям, выстраиваются в прямую линию, то все случаи отклонений считаются объяснимыми и коэффициент корреляции должен составить 1 или –1. При отсутствии корреляции ее коэффициент равен 0.

Коэффициент парной корреляции достаточно точно оценивает степень тесноты лишь в случае наличия линейной зависимости. При наличии же криволинейной зависимости линейный коэффициент корреляции недооценивает степень тесноты связи и даже может быть равен нулю, а потому в таких случаях рекомендуется использовать в качестве показателя степени тесноты связи - индекс корреляции.

Коэффициент парной корреляции является мерой тесноты связи только для линейной формы связи, а индекс корреляции – и для линейной, и для криволинейной. При прямолинейной связи коэффициент корреляции по своей абсолютной величине равен индексу корреляции ***r*** = ***R***.

Если индекс корреляции возвести в квадрат, то получим **коэффициент детерминации:**

$$R^2 = \frac{\sigma_y^2}{\sigma^2},$$

где σ_y^2 – общая дисперсия

σ^2 – факторная дисперсия

Он характеризует роль факторной вариации в общей вариации и по построению аналогичен корреляционному отношению η^2. При помощи

коэффициента детерминации и корреляционного отношения можно расчленить общую дисперсию на факторную и случайную. Чем больше значение R^2 **(**еще иногда этот показатель называют коэффициентом **аппроксимации**), тем выше адекватность уравнения регрессии опытных данных. Чем этот коэффициент ближе к 1, тем большее влияние оказывает факторный признак (***x***) это на результативный (***y)*** или по-другому, отвечает на вопрос о том, что какая доля в общем результате зависит от фактора, положенного в основание группировки.

Для нахождения связи необходимо провести сопоставление двух параллельных рядов данных сведенных в таблицу, где значению факторного признака (***x***) выставляется значение результирующего (функция ***y)***. Далее, для предварительного выявления наличия, раскрытия характера связи применяют графический метод, и определяется форма и математически рассчитывается степень тесноты этой связи.

Определение формы связи сводится обычно к отыскиванию уравнения связи ***y*** с факторами ***x, z, w***, ….. ***v*** и т.д. При определении тесноты связи для множественной зависимости пользуются коэффициентом множественной (совокупной) корреляции, предварительно исчислив коэффициенты парной корреляции, то есть определяют связь между ***y*** и ***x,*** ***y*** и ***z,*** **y** и ***w*** и т.д. Множественный коэффициент корреляции, как и парный, колеблется от 0 до 1. Чем он ближе к 1, тем в большей мере учтены факторы, определяющие конечный результат. Если возвести коэффициент множественной корреляции в квадрат, то получим совокупный коэффициент детерминации, который характеризует долю вариации результативного признака ***y*** под действием всех изучаемых факторных признаков.

4.3 Регрессионный анализ

Регрессия тесно связана с корреляцией и позволяет исследовать аналитическое выражение взаимосвязи между признаками.

Регрессионный анализ заключается в определении аналитического выражения связи, в котором изменение одной величины, обусловлено влиянием одной или нескольких независимых величин.

Регрессионный анализ – группа методов статистического анализа данных, предназначенных для исследования причинных связей между количественными переменными. В общем виде, регрессионную зависимость можно представить в виде функции:

$$y = f(x_1, x_2, \ldots x_k),$$

где y – переменная зависимая,

$x_1, x_2, \ldots x_k$ – переменные независимые или предикторы.

Если функция f является линейной, говорят о линейной регрессии, если нет – о регрессии нелинейной (криволинейной).

Регрессионный анализ представляет собой вычисления на основе статистической информации с целью математической оценки усредненной связи между зависимой переменной и некоторой независимой переменной или переменными. Простая регрессия предполагает одну независимую переменную, множественная же регрессия предполагает две и более переменных. Корреляционный анализ проводится для описания таких связей.

Регрессионный анализ описывает или оценивает величину какой-либо переменной (зависимой переменной на основе изменения одной или более других переменных – независимых или каузальных). Регрессионный анализ может быть использован при попытке предсказания или оценки величины зависимой переменной.

По следующей формуле рассчитывается простая линейная регрессия:

$$y = a + bx,$$

где y – зависимая переменная;

x – независимая переменная;

a – постоянная величина или точка пересечения постоянной линии регрессии переменной y, отражающая величину y при $b = 0$;

b – наклон линии регрессии (коэффициент пропорциональности изменений y при изменении x).

В самом простом случае уравнение линейной регрессии включает две переменные $y = a + bx$. Если в уравнении используется несколько независимых переменных, регрессия называется множественной. Уравнение множественной линейной регрессии имеет вид $y = \sum b_i x_i + a$. В настоящее время используются два подхода к интерпретации коэффициентов линейной регрессии b_i. Согласно первому из них, b_i представляет собой величину, на которую изменится предсказанное по модели значение $\hat{y} = \sum b_i x_i + a$ при увеличении значения независимой переменной x_i на одну единицу измерения; согласно второму – величину, на которую, в среднем, изменяется значение переменной y при увеличении независимой переменной x_i на единицу. Свободный член уравнения регрессии a равен предсказанному значению зависимой переменной $\hat{y}$ в случае, когда все независимые переменные $x_i = 0$.

Уравнения регрессии описываются следующими зависимостями:

- линейная $y = a + bx$;
- гиперболическая $y = a + b/x$;
- показательная $y = a \times b^x$;
- параболическая $y = a + bx + cx^2$;
- степенную $y = ax^b$;
- логарифмическую $y = a + b \lg x$;
- экспоненциальную $y = e^{bx+a}$.

Теснота регрессионной связи измеряется *коэффициентом детерминации*, который интерпретируется как доля дисперсии зависимой переменной y, объясненная независимыми переменными x_1, x_2,... x_k. Для

парной линейной регрессии *коэффициент детерминации* равен квадрату *коэффициента* линейной корреляции Пирсона r^2, для множественной линейной регрессии – квадрату *коэффициента* множественной корреляции R^2. Таким образом, если коэффициент линейной корреляции r = 0,5, то r^2 = 0,25, т.е. различия в значениях зависимой переменной y на 25 % объясняются различиями в значениях независимой переменной x (и на 75 % – факторами, не учтенными в уравнении регрессии).

Коэффициент детерминации представляет ту долю дисперсии величины y, зависимость изменений которой выявлена регрессионным уравнением. Его величина колеблется от 0 до 1.

Решение названных задач опирается на соответствующие приемы, алгоритмы, показатели, применение которых дает основание говорить о статистическом изучении взаимосвязи.

Несмотря на внешнюю привлекательность использования методов корреляционно – регрессионного анализа для решения конкретной задачи исследования, необходимо весьма серьезно отнестись к выбору факторов, по которым проводиться этот анализ. Для того, чтобы сопутствовал успех, необходимо выполнение следующих основных этапов:

I этап - качественный анализ явлений, связанный с анализом его природы;

II этап – построение модели связи;

III этап – интерпретация результатов исследования.

При определении значимости величины корреляции необходимо произвести расчет, характеризующий возможность сохранения этой величины корреляции при проведении случайной выборки из генеральной совокупности, в которой корреляция отсутствовала.

Одной из проблем построения уравнений регрессии является их размерность, т.е. определение числа факторных признаков, включаемых в модель. Их число должно быть оптимальным. Сокращение размерности за счет исключения второстепенных, несущественных факторов позволяет получить модель, быстрее и качественнее реализуемую. В то же время, построение модели малой размерности может привести к тому, что она будет недостаточно полно описывать исследуемое явление или процесс.

Для нахождения оптимального прохождения линии на графике регрессионного управления используется **метод наименьших квадратов**. Этот метод позволяет расположить линию регрессии между точками, отражающими величины отдельных наблюдений таким образом, что возведенная в квадрат сумма разницы, взятая по вертикали между значением линии регрессии и значением отдельного наблюдения, минимальна.

Преимуществом анализа с помощью метода наименьших квадратов является то, что может быть проведен корреляционный анализ, который позволяет количественно измерить, насколько соответствует линия регрессии отдельным точкам, фиксирующим данные наблюдений. Набор различных

статистических данных может быть использован для характеристики точности и надежности результатов регрессионного анализа.

Таким образом, математическая обработка экспериментальных данных заключается в выполнении следующих последовательных шагов и практических действий:

- систематизировать, группировать все данные,
- свести данные в таблицы по повторностям,
- вычислить дисперсию, определить среднеквадратичное отклонение,
- по табличным данным, а затем по построенным диаграммам оценить наличие корреляции при первом приближении,
- при обнаружении корреляции, определить тип функции,
- выбрать оптимальную функцию, которая наиболее близко описывает экспериментальные данные,
- оптимальная функция будет та, которая имеет минимальное значение ошибок, просчитанных, методом наименьших квадратов (и имеет максимальную величину достоверности аппроксимации – $\boldsymbol{R^2}$),
- построить график оптимальной функции согласно уравнению регрессии,
- затем, эти параметры могут быть использованы для прогностических целей.

Почти каждый статистический комплект программного обеспечения имеет стандартную программу определения линий регрессии. Возможность широкого применения методов корреляционно-регрессионного анализа еще в недалеком прошлом сдерживалось высоко трудоемкостью необходимых расчетных процедур. Сегодня существует масса прикладных программ для их расчетов (например, программы MS Excel, Statistica 6, Statgraphics Plus 5.1 и др.).

Рассмотрим регрессионный анализ данных на примере конкретных объемов выбросов загрязняющих веществ в атмосферу по Республике Башкортостан за ряд лет, которые представлены в Госдокладах «О состоянии природных ресурсов ……2005, 2010, 2011 годах» - Уфа: МПР РБ (табл. 4.1).

Табличный материал документален и точен, но менее информативен. Выбросы загрязняющих веществ по годам варьируют. Чем это вызвано, мы не знаем: многими причинами, поскольку выбросы – это результирующий показатель производственной деятельности всех предприятий республики, Количество выбросов ЗВ определяется технологиями, дисциплиной производства, ответственностью должностных лиц, руководителей, инженеров, экологов по соблюдению технических регламентов производства и т.д. Для нас же важно уловить тенденцию изменения (тренд) этих показателей, предположим, для принятия директивных решений по их уменьшению теми или иными мероприятиями.

Таблица 4.1- Объемы выбросов загрязняющих веществ (ЗВ) в атмосферу по Республике Башкортостан в 2001 – 2011 гг, тыс. тонн

Годы	Всего	в том числе	
		стационарные источники	транспортные средства
2001	1260,4	512,9	747,5
2002	1244,6	444,8	799,8
2003	1095,3	472,8	622,5
2004	1094,3	423,5	670,8
2005	1035,5	436,0	599,5
2006	1112,5	395,0	717,5
2007	1074,0	406,6	667,4
2008	1130,8	417,4	713,4
2009	1054,1	397,9	656,2
2010	1089,7	387,6	702,1
2011	1148,5	406,4	742,1

Итак, для построения графиков трендов изменения выбросов загрязняющих веществ в атмосферу по РБ по табличным данным (табл. 4.1) в программе Excel:

а) вносим данные паралелльных рядов: годы (независимая переменная величина ***x***) и соответствующие по годам данные по объемам выбросов ЗВ по республике (зависимая переменная величина ***y***) (рис. 4.7);

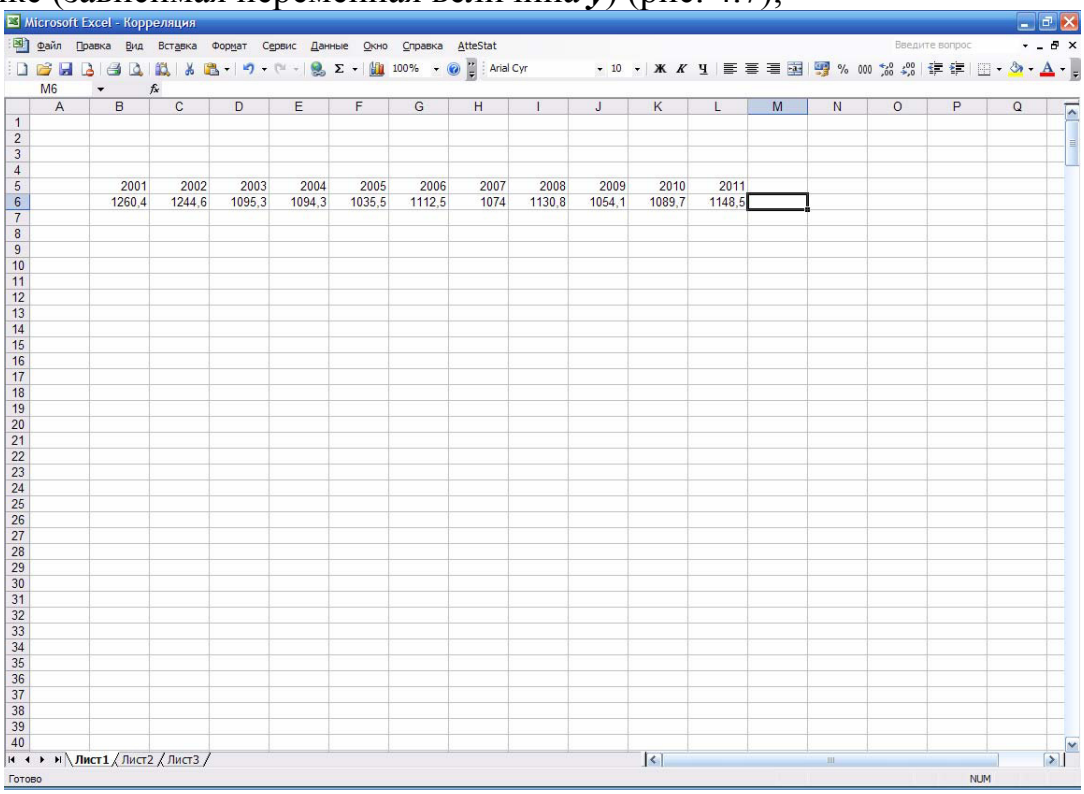


Рис. 4.7. Окно пиктографического меню с вводимыми данными

б) через значок “Вставка” пиктографического меню или “Мастер диаграмм” выбираем тип диаграммы. В нашем случае, это будет или “График” (рис. 4.8) или “Точечная” (рис. 4.9). При выборе диаграммы типа “График”, будет построен график с маркерами, помечающими точки данных (рис. 4.10), в случае “Точечная” – будут проставлены точки в системе ординат по вводимым данным (рис. 4.11).

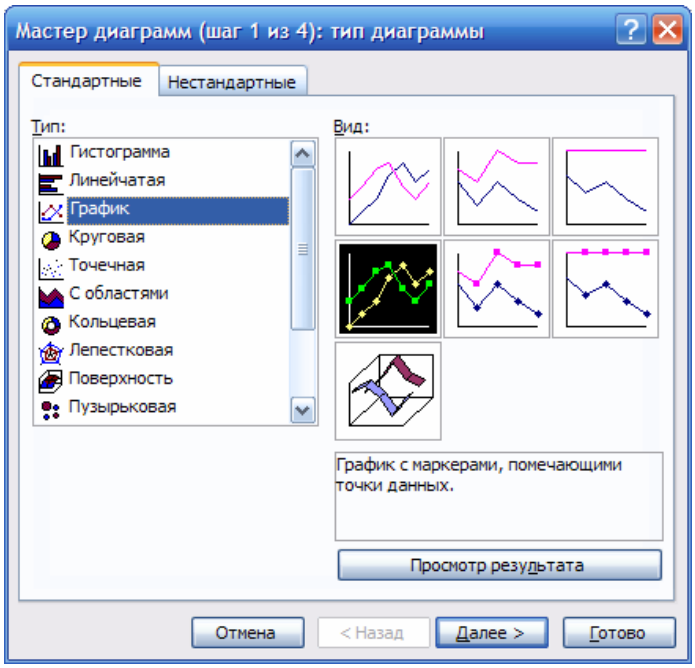


Рис. 4.8. Выбор в окне мастера диаграмм тип/вид диаграммы: «График»

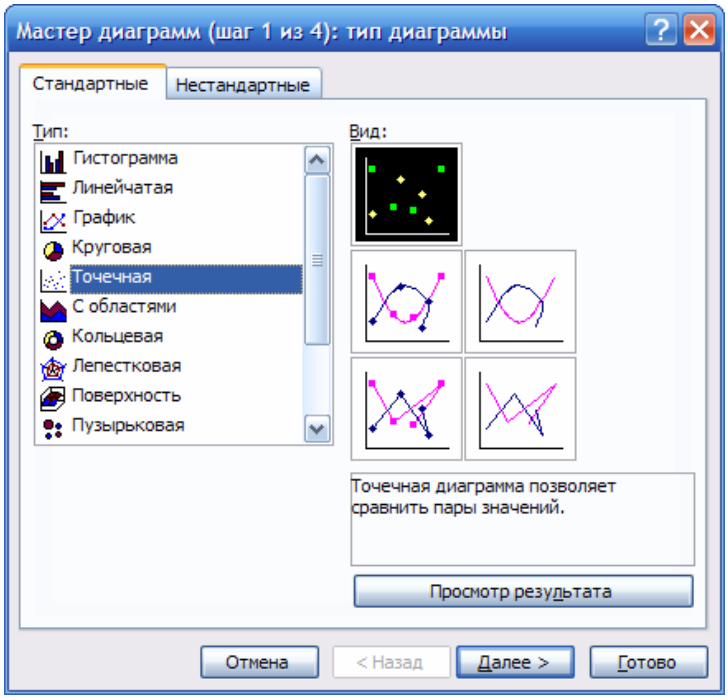


Рис. 4.9. Выбор в окне мастера диаграмм тип/вид диаграммы: «Точечная»

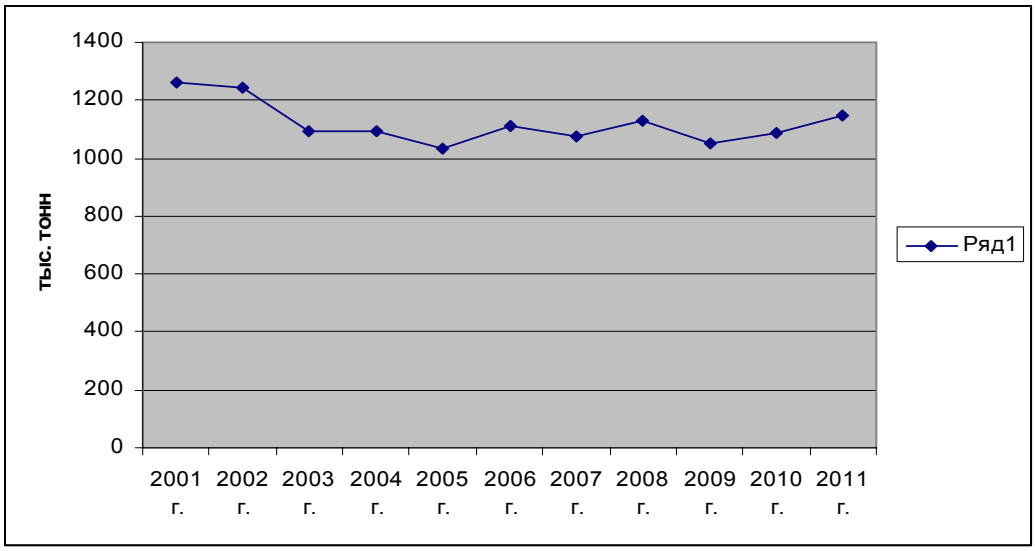


Рис. 4.10. Объем выбросов ЗВ в атмосферу РБ, представленный в виде графика

В научных текстах обычно тип диаграмм выбирают как “Точечная”, хотя большой ошибки будет, если экспериментальные данные или иной цифровой материал предтавлять в виде “График”.

в) в окне “Мастере диаграмм (шаг 1 из 4)” нажимаем метку “Далее”;

г) в окне “Мастере диаграмм (шаг 2 из 4)”, нажимаем метку “Далее”;

д) в окне “Мастере диаграмм (шаг 3 из 4)” оформляется заголовок: вписываем подписи оси ***x*** и подписи оси ***y*** (размерность данных) и затем нажимаем “Готово” и появляется готовая диаграмма, где в корреляционном поле точками обозначены введенные нами данные (рис. 4.11).

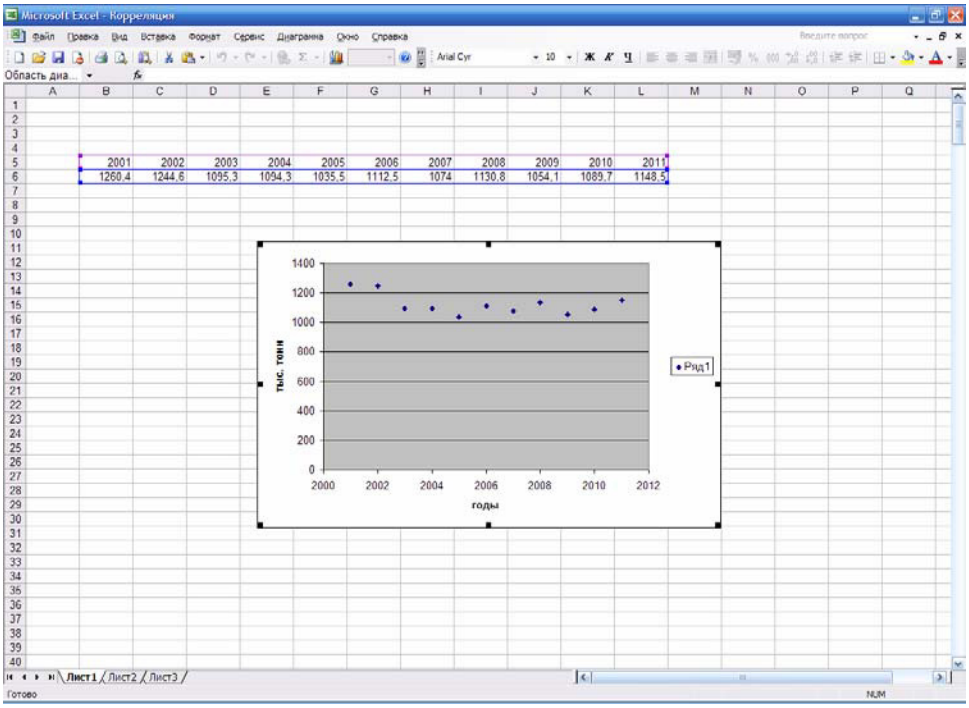


Рис. 4.11. Изображение в окне пиктографического меню диаграммы в виде “Точечная” зависимости объема выбросов ЗВ в атмосферу в РБ по годам

Следует обратить внимание на то, что в этом окне присуждается название диаграммы. Это следует делать только в том случае, если эта диаграмма используется в слайд – презентации. Если же диаграмма используется в научном тексте, то это окошко можно не заполнять, а название диаграммы будет оформлено как подрисуночная подпись внизу рисунка в Word, после того как диаграмма будет вставлена в текст из Excel.

е) курсор мышкой наводим на график и на пиктогрфическом меню выбираем “Диаграмму”, а на ней выбираем “Добавить линию тренда”, появляется окно “Линия тренда” с типами 5 функций (рис. 4.12);

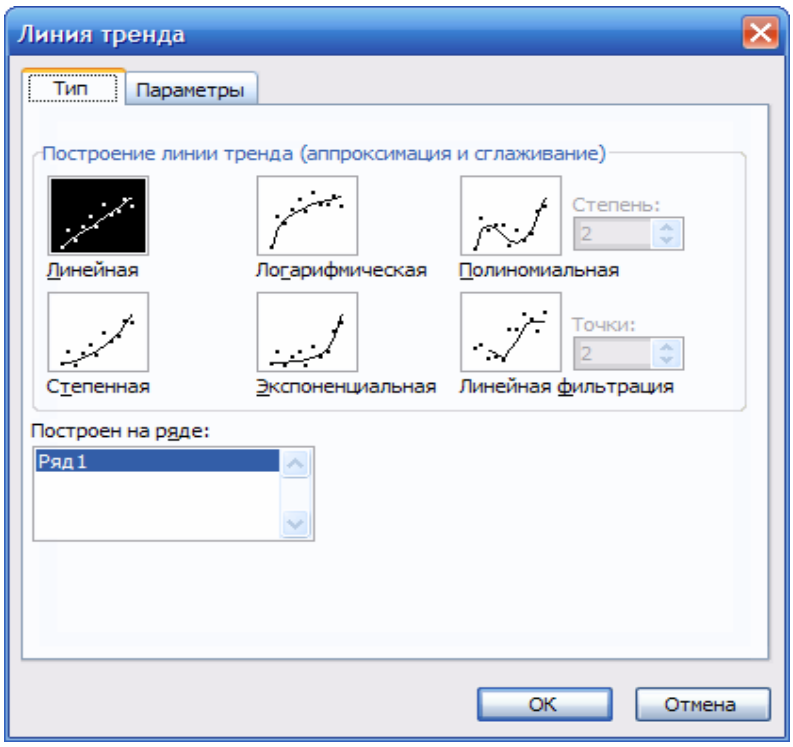


Рис. 4.12. Окно “Линия тренда” с ее типами и параметрами

ж) в окне “Линия тренда” выбираем последовательно “Тип” (рис. 4.12.) и “Параметры” (рис. 4.13.) функций, где галочкой отмечаем:

- “показать уравнение на диаграмме”
- “поместить на диаграмму величину достоверности аппроксимации ($\mathbf{R^2}$)».

з) далее начинаем просчитывать линии тренда, задаваемые различными функциями.

Результаты обработки цифрового материала по объемам выбросов ЗВ в атмосферу Республики Башкортостан за 2001 по 2011 годы, в том числе рассчитываемые тренды их изменения по 5 функциям представлены на рисунках 4.14 – 4.23.

Диаграммы представлены как точечные.

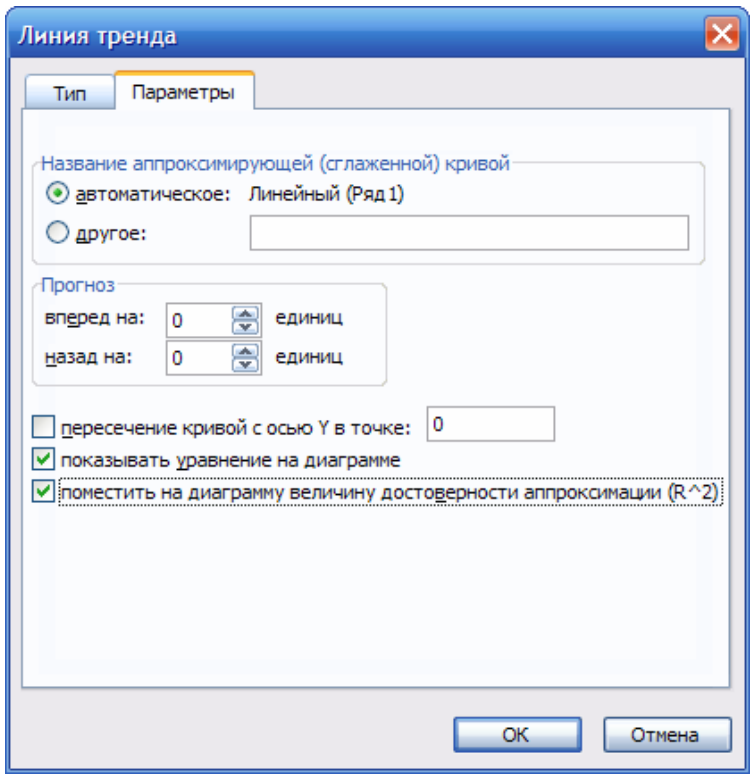


Рис. 4.13. Ввод значений параметров функций

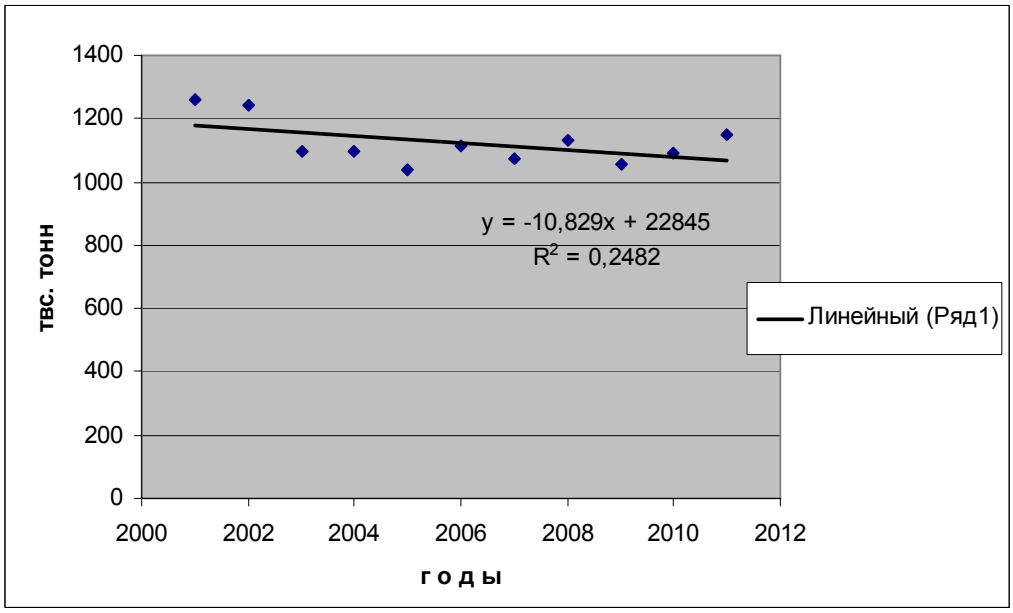


Рис. 4.14. Тренд изменения объемов выбросов ЗВ по РБ по линейной функции

Рисунок линейной функции типа «График» выглядел бы в таком виде (рис.4.15).

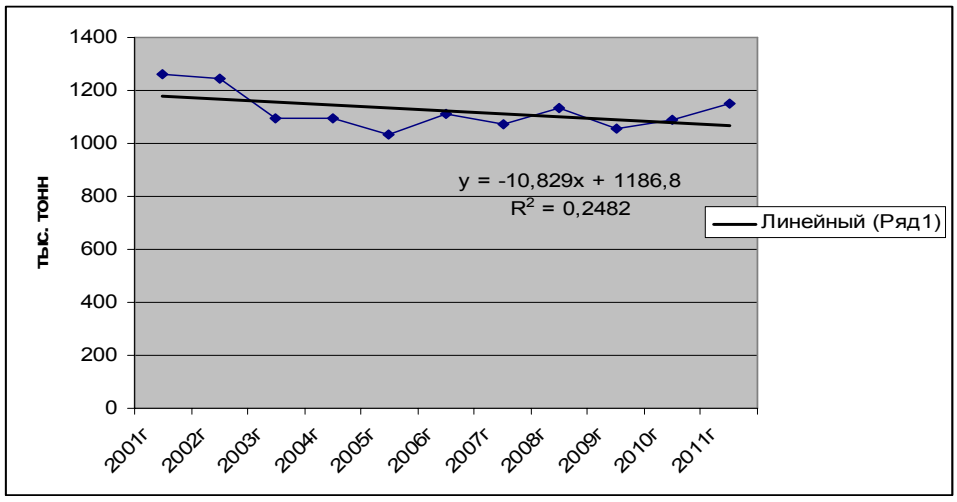


Рис. 4.15. Тренд изменения объемов выбросов ЗВ по РБ по линейной функции типа «График»

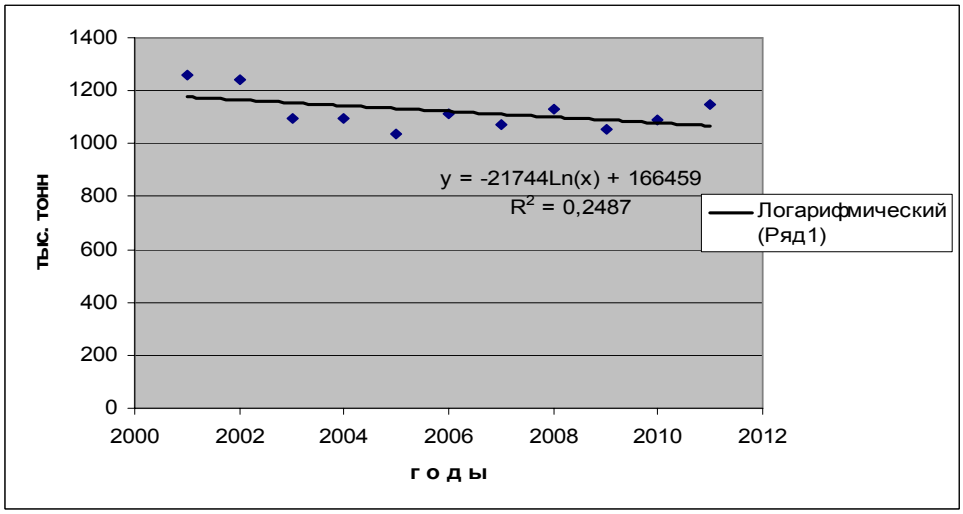


Рис. 4.16. Тренд изменения объемов выбросов ЗВ по РБ по логарифмической функции

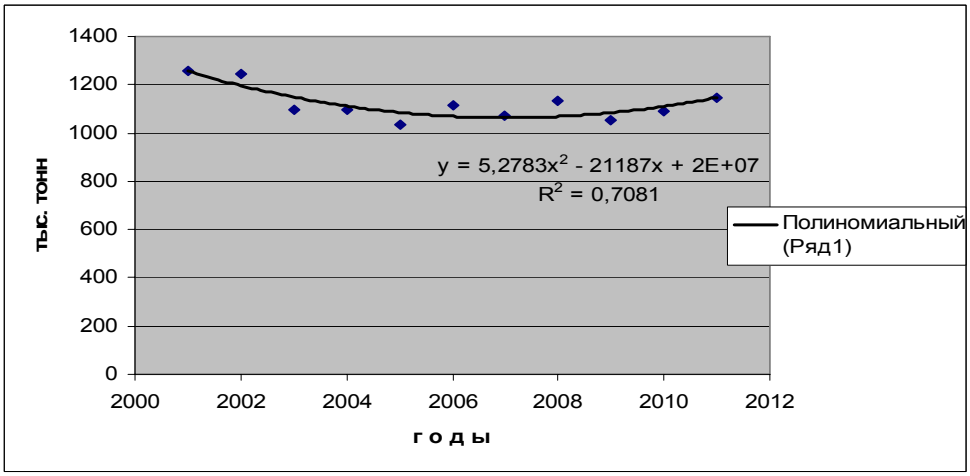


Рис. 4.17. Тренд изменения объемов выбросов ЗВ по РБ по полиномиальной функции

Видно, что полиномиальная функция, имеющая максимальное значение R^2 = 0,7081 среди всех рассчитанных, наиболее близко описывает тренд изменения объема выбросов ЗВ за исследуемые годы (рис. 4.17).

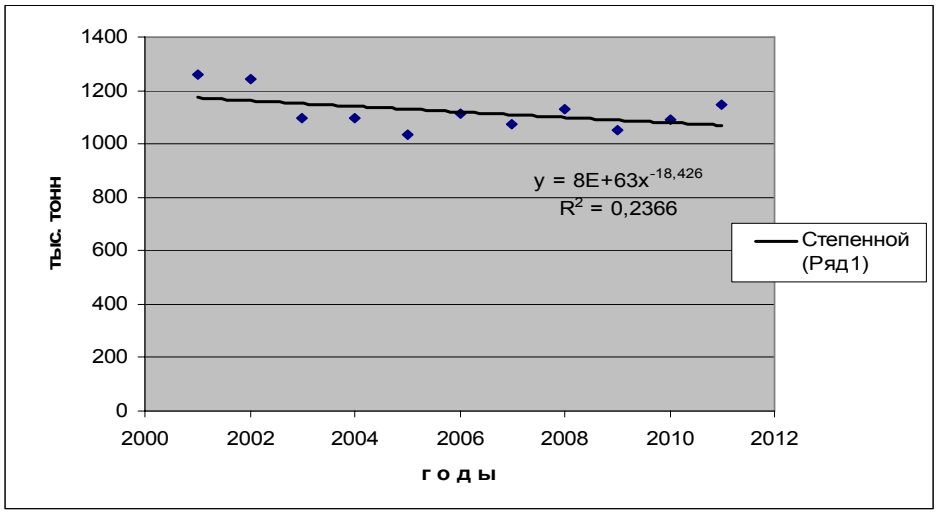


Рис. 4.18. Тренд изменения объемов выбросов ЗВ по РБ по степенной функции

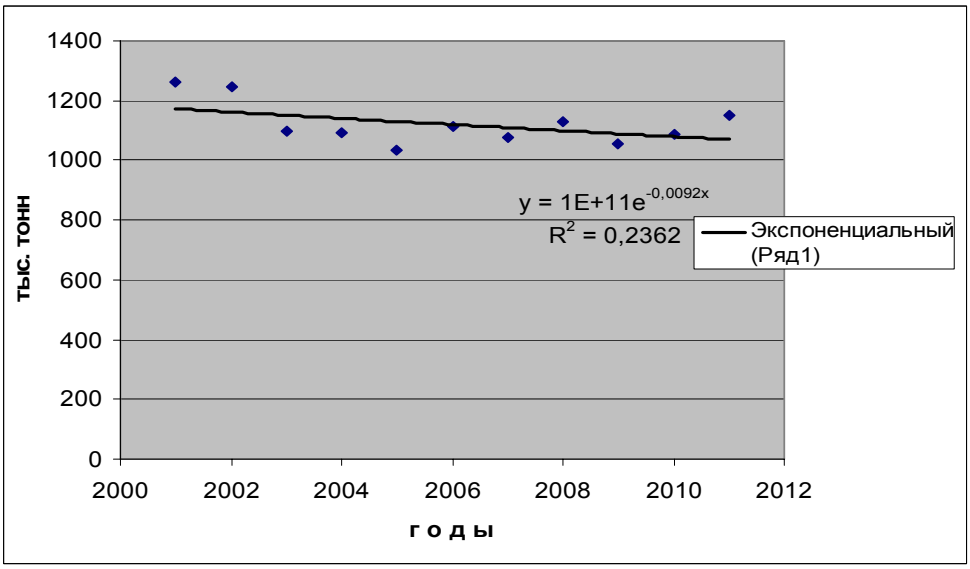


Рис. 4.19. Тренд изменения объемов выбросов ЗВ по РБ по экспоненциальной функции

Такую же операцию проводим с данными по объемам выбросов от **стационарных** источников (рис. 4.20; 4.21) и **транспортных средств** (рис. 4.22; 4.23). Для выбора оптимальной функции используем тот же коэффициент R^2.

Ниже приведены результаты этой обработки.

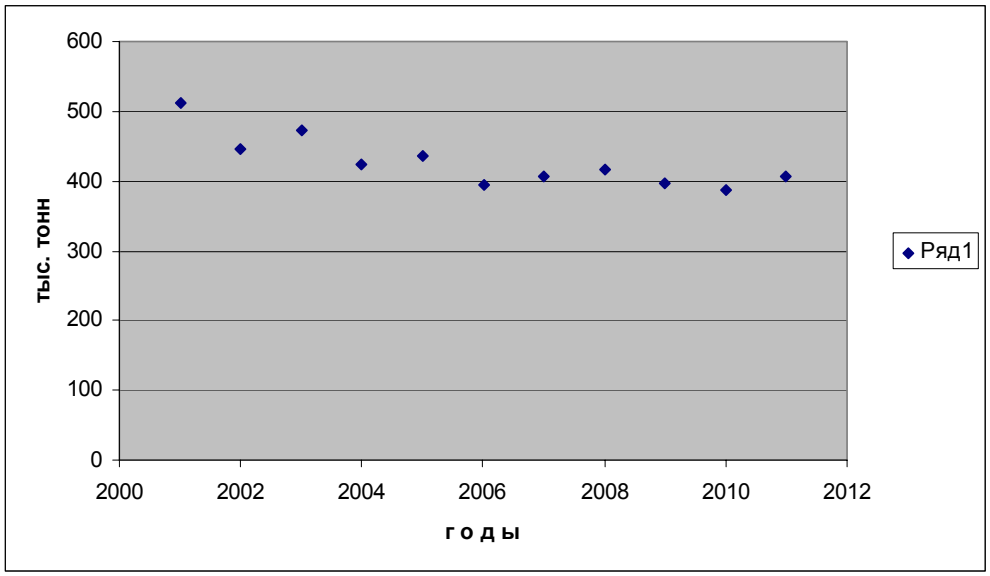


Рис. 4.20. Зависимость объемов выбросов ЗВ
от стационарных источников РБ

По данным объемов выбросов от стационарных источников величина аппроксимации по функциям составила:

- линейная - 0,6741;
- логарифмическая – 0,8222;
- **полиномиальная – 0,8198;**
- степенная – 0,6876;
- экспоненциальная – 0,6871.

Видно (рис. 4.21), что полиномиальная функция наиболее точно описывает тренд изменения выбросов от стационарных источников. Если эти условия сохраняться, то можно прогностически определить объемы выбросов, например, к 2015 году, поскольку у нас имеется уравнение регрессии, где значение ***x*** можно подставить 2015 год.

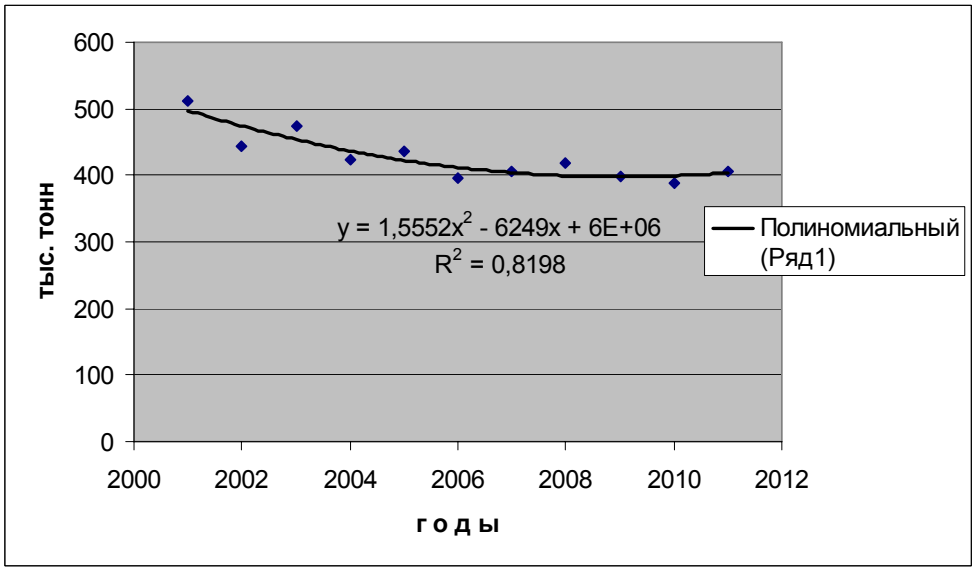


Рис. 4.21. Тренд изменения объемов выбросов ЗВ в атмосферу
РБ от стационарных источников

Объемы выбросов ЗВ в атмосферу РБ от транспортных средств по годам представлены на рисунке 4.22.

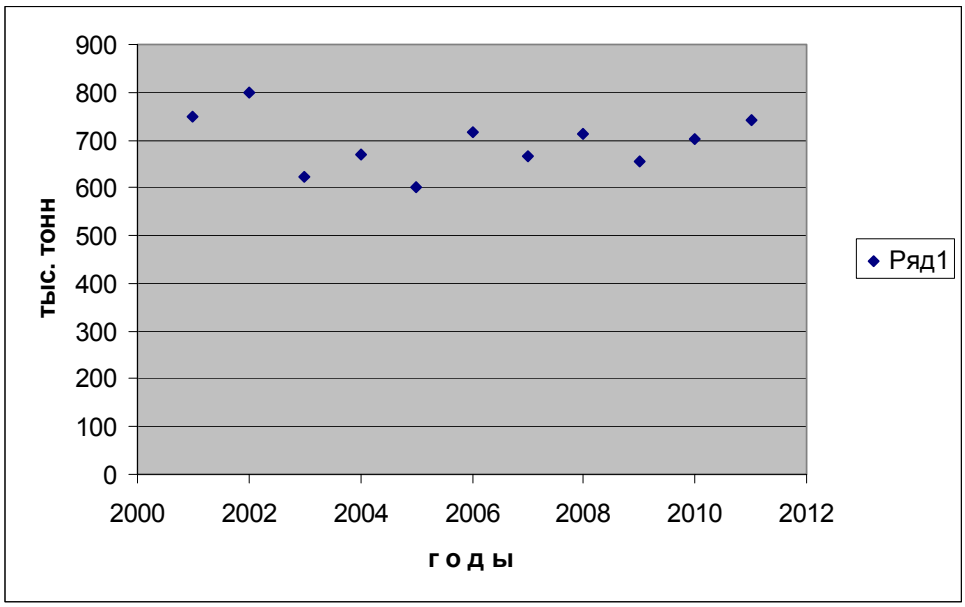


Рис. 4.22. Объемы выбросов ЗВ в атмосферу РБ
от транспортных средств

Величина аппроксимации (R^2) объемов выбросов от транспортных средств по функциям составила: линейная – 0,0071, логарифмическая – 0,0072, **полиномиальная – 0,3561,** степенная – 0,0037, экспоненциальная – 0,0036.

Видно, что тренд изменения объемов выбросов ЗВ в атмосферу от транспортных средств Республики Башкортостан - неустойчивый, слишком большой разброс данных и очень низкий коэффициент $\mathbf{R^2}$ (рис. 4.23).

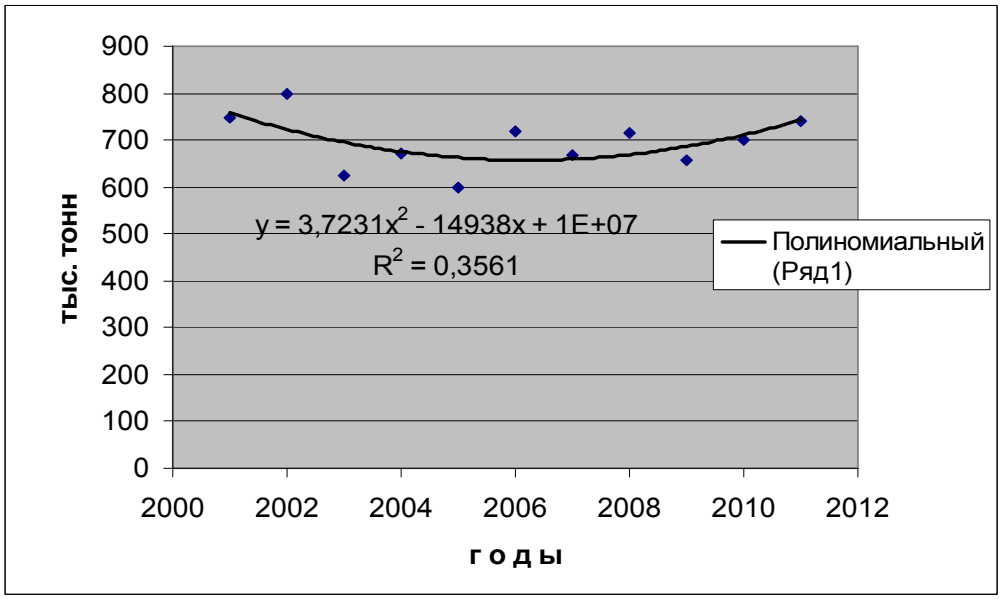


Рис. 4.23. Тренд изменения объемов выбросов ЗВ
в атмосферу РБ от транспортных средств

Имея под рукой рассчитанные уравнения регрессии, при решении некоторых исследовательских задач можно определять неизвестные промежуточные значения динамического ряда. Эта задача решается способом **интерполяции** – способ определения неизвестного промежуточного значения. Интерполяция заключается по существу в приближенном отражении, сложившейся закономерности внутри определенного отрезка времени, в отличие от **экстраполяции**, которая требует выхода за пределы этого определенного времени. Экстраполяция – метод определения количественных характеристик для совокупностей и явлений, не подвергавшихся наблюдению, путем распространения на них результатов, полученных из наблюдения под аналогичными совокупностями за прошедшее или будущее.

4.4 Математическое планирование эксперимента

Для оптимизации исследуемых объектов при использовании полученных результатов прибегают к **математической теории планирования эксперимента.** Это наука о способах составления экономных экспериментальных планов, которые позволяют извлекать наибольшее количество информации об объекте, о способах проведения эксперимента, обработки экспериментальных данных.

Планирование эксперимента – раздел математической статистики, изучающий рациональную организацию измерений, подверженных случайным ошибкам. Под экспериментом здесь подразумевается следующее: эксперимент – это изучение зависимости целевой функции (или функции отклика) y от нескольких факторов $x_1 \ldots x_n$.

Цели планирования эксперимента:

• **теоретические**:

- изучение характера зависимости,
- степень влияния различных факторов на целевую функцию,
- предсказания значения целевой функции при определенных значениях факторов;

• **практические:**

- поиск оптимальных условий (набора значений факторов), при которых целевая функция достигает экстремума (минимума или максимума).

Разберем подходы к планированию эксперимента на примере поиска оптимальных условий измерения в атомно-абсорбционном методе. В качестве целевой функции возьмем оптическую плотность (y), а в качестве факторов – температуру атомизатора (x_1) и концентрацию модификатора матрицы (x_2).

Будем искать условия (значения факторов), при которых оптическая плотность достигает максимума. Общий вид зависимости целевой функции y от x_1 и x_2 приведен на рисунке 4.24.

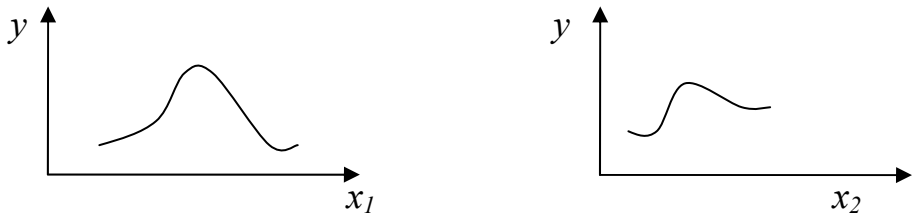


Рис. 4.24. Зависимость целевой функции ***y*** от x_1, x_2

Как видно из рисунка обе зависимости имеют максимум, а не возрастают монотонно. Поэтому важна задача оптимизации.

Зависимость целевой функции одновременно от двух факторов (рис. 4.25) можно изобразить в виде «контурной карты» (это вид сверху на трехмерную поверхность отклика, описывающую функцию ***y***):

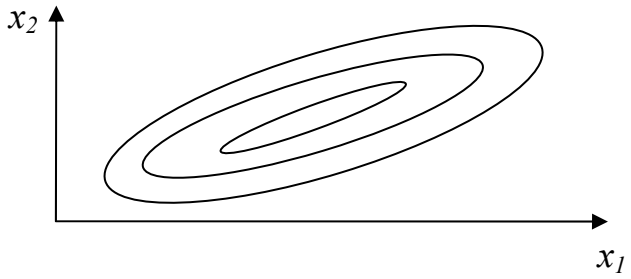


Рис. 4.25. Зависимость целевой функции одновременно от двух факторов

Отметим, что в данном случае наблюдается совместное влияние факторов x_1 и x_2 (т.е. корреляция между факторами). Поэтому традиционный эксперимент (когда варьируют один параметр, ищут максимум, затем варьируют другой параметр и также ищут максимум) не подходит – максимум таким образом не найти (или придется много раз по очереди варьировать параметры). Вот к чему приведет традиционный эксперимент (крестиком отмечен ошибочно найденный максимум функции отклика) (рис. 4.26):

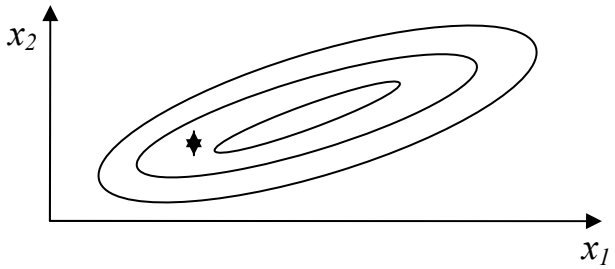


Рис. 4.26. Ошибочно найденный максимум функции отклика

Вывод: необходимо варьировать одновременно все факторы и двигаться в направлении возрастания функции – центру (рис. 4.27):

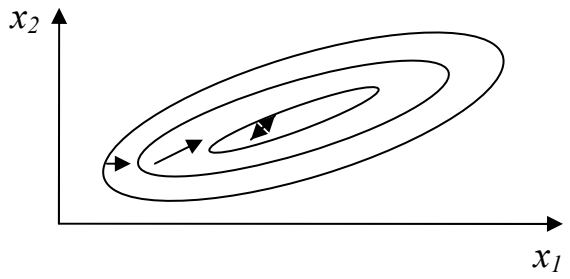


Рис. 4.27. Нахождение оптимума функции отклика

Для решения задачи поиска максимума (минимума) функции отклика существует метод **факторного планирования эксперимента**, который позволяет получить максимально точное решение за минимальное количество измерений. Проведя дробный факторный эксперимент, используя, так называемые регулярные **дробные реплики** осуществляется движение к экстремуму по направлению к градиенту функции отклика ***y.*** Процедура последовательного экспериментирования продолжается до тех пор, пока не будет достигнута область, близкая к экстремальному значению функции отклика. Причем, движение к экстремуму отклика, благодаря программе математического планирования, осуществляется постановкой минимального количества экспериментов.

Вопросы самопроверки

1. Какие математические операции проводятся при статистической обработке данных?
2. Дайте определение понятию «корреляция»
3. Что такое корреляционный анализ?
4. Что такое регрессионный анализ?
5. Назовите основные показатели (термины) корреляционного анализа
6. В каких пределах и направлениях меняется коэффициент корреляции?
7. Основные математические функции, используемые при обобщении экспериментального и/или цифрового материала
8. В чем суть математического планирования экспериментов?
9. В каких пределах изменяются коэффициенты корреляции?

ГЛАВА 5. ЛИТЕРАТУРНОЕ ОФОРМЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ ИССЛЕДОВАНИЯ

Литературное оформление материалов исследования - трудоемкое и очень ответственное дело, неотъемлемая часть научного исследования.

Вычленить и сформулировать основные идеи, положения, выводы и рекомендации доступно, достаточно полно и точно - главное, к чему следует стремиться исследователю в процессе литературного оформления материалов. Не сразу и не у всех это получается, так как оформление работы всегда тесно связано с доработкой тех или иных положений, уточнением логики, аргументации и устранением пробелов в обосновании сделанных выводов и т.д. Многое здесь зависит от уровня общего развития личности исследователя, его литературных способностей и умения оформлять свои мысли.

В работе по оформлению материалов исследования следует придерживаться общих правил:

- название и содержание глав, а также разделов должно соответствовать теме исследования и не выходить за ее рамки. Содержание глав должно исчерпывать тему, а содержание параграфов - главу в целом;

- первоначально, изучив материал для написания очередного раздела (главы), необходимо продумать его план ведущие идеи, систему аргументации и зафиксировать все это письменно, не теряя из виду логики всей работы. Затем провести уточнение, шлифовку отдельных смысловых частей и предложений, сделать необходимые дополнения, перестановки, убрать лишнее, провести редакторскую, стилистическую правку;

- сразу уточнять, проверять оформление ссылок, составить справочный аппарат и список использованных источников;

- не допускать спешки с окончательной отделкой, взглянуть на материал через некоторое время, дать ему "отлежаться". При этом некоторые рассуждения и умозаключения, как показывает практика, будут представляться неудачно оформленными, малодоказательными и несущественными. Нужно их улучшить или опустить, оставить лишь действительно необходимое;

- избегать наукообразности, игры в эрудицию. Проведение большого количества ссылок, злоупотребление специальной терминологией затрудняют понимание мыслей исследователя, делают изложение излишне сложным.

- стиль изложения должен сочетать в себе научную строгость и деловитость, доступность и выразительность;

- в зависимости от содержания изложение материала может быть спокойным, аргументированным или полемическим, Критикующим, кратким или обстоятельным, развернутым;

- соблюдать авторскую скромность, учесть и отметить все, что сделано предшественниками в разработке исследуемой проблемы, трезво и объективно оценить свой вклад в науку;

- перед тем как оформить чистовой вариант, провести апробацию работы: рецензирование, обсуждение и т. п. Устранить недостатки, выявленные при апробировании.

5.1 Методика работы над рукописью исследования

5.1.1 Композиция научного произведения

Научная работа является квалификационным трудом, ее оценивают не только по теоретической научной ценности, актуальности темы и прикладному значению полученных результатов, но и по уровню общеметодической подготовки этого научного произведения, что, прежде всего, находит свое отражение в его композиции.

Разумеется, нет и не может быть никакого стандарта выбору композиции научного труда. Каждый его автор волен избирать любой строй и порядок организации научных материалов, чтобы получить внешнее расположение их и внутреннюю логическую связь в таком виде, какой он считает лучшим, наиболее убедительным для раскрытия своего творческого замысла.

Традиционно сложилась определенная композиционная структура научного произведения, основными элементами которой в порядке их расположения являются следующие:

1. Титульный лист
2. Оглавление
3. Введение
4. Главы основной части:

Глава 1.Обзор литературы
1.1 . . . . . .
1.2 . . . . . .
. . . . . и т.д.
Глава 2. Экспериментальная часть
2.1 Цель, и задачи исследования
2.2 Методика исследования
2.3 Результаты исследования
2.4 Обсуждение результатов

5. Заключение
6. Список использованных источников
7. Приложения
8. Вспомогательные указатели

Первая глава, обзор литературы – теоретическая, а вторая – экспериментальная части исследования. Примерное соотношение их по объему составляет (%) – ***30 : 70*** или ***40 : 60.***

Титульный лист является первой страницей научной работы и заполняется по строго определенным правилам по ГОСТу.

В среднем поле помещается заглавие научной работы, которое дается без слова "тема" и в кавычки не заключается. Заглавие должно быть по возможности кратким, точным и соответствовать ее основному содержанию.

Очень краткие названия научных работ (одно - два слова) свидетельствуют о том, что исследование проведено с исчерпывающей полнотой. В научных работах, освещающих обычно узкие темы, заглавие должно быть более конкретным, а потому и более многословным. Не следует допускать в заглавии работы неопределенных формулировок, например: "Анализ некоторых вопросов...", а также штампованных формулировок типа: "К вопросу о...", "К изучению...", "Материалы к..." и т.д.

Если соискатель хочет конкретизировать заглавие своей работы, можно дать подзаголовок, который должен быть предельно кратким и не превращаться в новое заглавие.

В нижнем поле указываются место и год выполнения работы (без слова "год").

После титульного листа помещается *оглавление,* в котором приводятся все заголовки работы и указываются страницы, с которых они начинаются. Заголовки оглавления должны точно повторять заголовки в тексте. Сокращать или давать их в другой формулировке, последовательности и соподчиненности по сравнению с заголовками в тексте нельзя.

Введение. Здесь обычно обосновываются актуальность выбранной темы, цель и содержание поставленных задач, формулируются объект и предмет исследования, указывается избранный метод (или методы) исследования, сообщается, в чем заключаются теоретическая значимость и прикладная ценность полученных результатов, а также отмечаются положения, которые выносятся на защиту, (при необходимости), приводятся благодарности коллегам за помощь в подготовке работы.

Актуальность — обязательное требование к любой научной работе. Поэтому вполне понятно, что ее введение должно начинаться с обоснования актуальности выбранной темы.

В применении к научной работе понятие "актуальность" имеет одну особенность. Научное произведение, как уже указывалось, является квалификационной работой, и то, как автор умеет выбрать тему и насколько правильно он эту тему понимает и оценивает с точки зрения своевременности и социальной значимости, характеризует его научную зрелость и профессиональную подготовленность.

Освещение актуальности должно быть немногословным. Начинать ее описание издалека нет особой необходимости. Достаточно в пределах 1 - 2 страниц машинописного текста изложить главное - суть проблемной ситуации, из чего и будет видна актуальность темы.

Таким образом, если исследователю удается показать, где проходит граница между знанием и незнанием о предмете исследования, то ему бывает

нетрудно четко и однозначно определить научную проблему, а следовательно, и сформулировать ее суть.

Обязательным элементом введения является формулировка *объекта и предмета исследования.* Объект - это процесс или явление, порождающее проблемную ситуацию и избранное для изучения. Предмет - это то, что находится в границах объекта.

Объект и предмет исследования как категории научного процесса соотносятся между собой как общее и частное. В ***объекте*** выделяется *та его часть*, которая служит предметом исследования. Именно на него и направлено основное внимание исследователя, именно ***предмет*** исследования определяет ***тему*** научной работы, которая обозначается на титульном листе как ее заглавие.

Обязательным элементом введения научной работы является также указание на *методы исследования,* которые служат инструментом в добывании фактического материала, являясь, необходимым условием достижения поставленной в такой работе цели.

Во введении описываются и другие элементы научного процесса. К ним, в частности, относят указание, на каком в конкретном материале выполнена сама работа. Здесь также дается характеристика основных источников получения информации (официальных, научных, литературных, библиографических), а также указываются методологические основы проведенного исследования.

В конце вводной части желательно раскрыть структуру работы, т. е. дать перечень ее структурных элементов и обосновать последовательность их расположения.

Введение целесообразно писать после того, как исследование *полностью выполнено и написаны первая и вторая главы*. В нем характеризуются все элементы аппарата научного исследования и кратко освещается вся проделанная работа. Объем введения (дипломная работа, магистерская диссертация) - 1,5 - 2 страницы.

Таким образом, введение — очень ответственная часть научной работы, поскольку оно не только ориентирует читателя в дальнейшем раскрытии темы, но и содержит все необходимые его квалификационные характеристики. Поэтому основные части введения к научной работе рассмотрим более подробно.

Чтобы читателю научной работы сообщить о состоянии выбранной темы, составляется ***краткий обзор литературных источников,*** который в итоге должен привести к выводу, что именно данная тема еще не раскрыта (или раскрыта лишь частично или не в том аспекте) и потому нуждается в дальнейшей разработке. Если такой вывод исследователь сделать не может, то он лишает себя права на разработку выбранной темы, поскольку ему, образно говоря, не имеет смысла изобретать изобретенный велосипед.

Цель проводимого в теоретической части обзора литературы заключается в том, чтобы показать существующие подходы к решению изучаемого вопроса и выйти на границу известного и неизвестного.

Обзор источников по теме должен показать основательное знакомство исследователя со специальной литературой, его умение систематизировать источники, критически их рассматривать, выделять существенное, оценивать сделанное ранее другими исследователями, определять главное в современном состоянии изученности темы. Материалы такого обзора позволяют их систематизировать в определенной логической связи и последовательности, и потому перечень работ и их критический разбор не обязательно давать только в хронологическом порядке их публикации.

Поскольку научная работа обычно посвящается сравнительно узкой теме, то обзор работ предшественников следует делать только по вопросам выбранной темы, а вовсе не по всей проблеме в целом. В таком обзоре незачем также излагать все, что стало известно исследователю из прочитанного, и что имеет лишь косвенное отношение к его работе. Но все сколько-нибудь ценные публикации, имеющие прямое и непосредственное отношение к теме научной работы, должны быть названы и критически оценены.

Иногда соискатель, не находя в доступной ему литературе необходимых сведений, берет на себя смелость утверждать, что именно ему принадлежит первое слово в описании изучаемого явления, однако позднее это не подтверждается. Разумеется, такие ответственные выводы можно делать только после тщательного и всестороннего изучения литературных источников и консультаций со своим научным руководителем.

От формулировки научной проблемы и доказательства того, что та часть этой проблемы, которая является темой данной работы, еще не получила своей разработки и освещения в специальной литературе, логично перейти к формулировке *цели предпринимаемого исследования,* а также указать на конкретные задачи, которые предстоит решать в соответствии с этой целью. Формулировки этих задач необходимо делать как можно более тщательно, поскольку описание их решения должно составить содержание глав научной работы. Это важно также же и потому, что заголовки таких глав рождаются именно из формулировок задач предпринимаемого исследования. Это обычно делается в форме перечисления (изучить..., описать..., установить..., выявить…, вывести формулу... и т. п.).

В главах **экспериментальной** (*основной)* **части** научной работы подробно рассматриваются методика и техника исследования и обобщаются результаты. Все материалы, не являющиеся насущно важными для понимания решения научной задачи, выносятся в приложения.

Содержание глав основной части должно точно соответствовать теме работы и полностью ее раскрывать. Эти главы должны показать умение исследователя сжато, логично и аргументировано излагать материал, изложение и оформление которого должно соответствовать требованиям, предъявляемым к работам, направляемым в печать.

В названии второй главы желательно, чтобы присутствовали слова «экспериментальное исследование». Эта глава имеет «жесткие» параграфы. Первый параграф называется «Цель и задачи исследования». По объему этот параграф небольшой (1,5 - 2 страницы), но очень важный. Если в исследовании неправильно или неточно определена цель, то ценность его будет поставлена под сомнение.

Второй параграф экспериментальной главы – это **методика** исследования. Именно методика, а не методы исследования. Этот параграф предполагает следующие разделы, которые желательно выделить в тексте, не вынося их в оглавление:

- используемые методики - здесь перечисляются используемые в исследовании методики с указанием литературных источников, из которых они берутся;
- аппаратура - дается описание используемых приборов и аппаратов, их назначение, технические характеристики. Если исследование проводилось без специальной аппаратуры, это отмечается в данном пункте;
- процедура проведения эксперимента - характеризуется процесс проведения эксперимента, указываются последовательность и условия проведения используемых методик, предлагаемые инструкции и т.п.

В третьем параграфе экспериментальной части **(«Результаты исследования»**) излагаются полученные данные. Их целесообразно представить в виде таблиц, графиков, схем и т.д.

В четвертом параграфе второй главы проводится **обсуждение полученных результатов**. Начать его целесообразно с ответа на вопрос о подтверждении или опровержении гипотезы. Собственно обсуждение результатов проводится в двух направлениях. С одной стороны, оно состоит в сопоставлении полученных данных с результатами ранее проведенных исследований по данной теме, которые уже нашли отражение в обзорной части исследования. Иначе говоря, обсуждать полученные данные нужно с теми исследованиями, которые изучали данную проблему. Другая линия обсуждения результатов – это их объяснение (интерпретация). Оно предполагает выход за пределы полученных эмпирических данных и в связи с этим содержит элементы воображения, фантазии. При этом нужно следить за тем, чтобы такая экстраполяция не была чрезмерной.

Научная работа заканчивается *заключительной частью,* которая так и называется - "**Заключение**". Как и всякое заключение, эта часть исполняет роль концовки, обусловленной логикой проведения исследования, которая носит форму синтеза накопленной в основной части научной информации. Это синтез - последовательное, логически стройное изложение полученных итогов и их соотношение с общей целью и конкретными задачами, поставленными и сформулированными во введении. Именно здесь содержится так называемое "выводное" знание, которое является новым по отношению к исходному знанию. Именно оно выносится на обсуждение и оценку научной

общественности в процессе публичной защиты работы (дипломной работы, магистерской диссертации).

Это выводное знание не должно подменяться механическим суммированием выводов в конце глав, представляющих краткое резюме, а должно содержать то новое, существенное, что составляет итоговые результаты исследования, которые часто оформляются в виде *некоторого количества* ***пронумерованных абзацев***. Их последовательность определяется логикой построения научного исследования. При этом указываются вытекающая из конечных результатов не только его ***научная новизна*** и ***теоретическая значимость***, но ***практическая ценность***.

Однако к оценке практической ценности научных результатов нельзя в полной мере применять те критерии, которыми пользуются при организации и планировании производственных задач. Конечно, эффективность выполнения научной задачи, так же как и производственной, измеряется затратами материальных и людских ресурсов, расходом времени на исполнение и полученной прибылью от применения научных результатов на практике. Но оценка научных результатов более сложна и не всегда укладывается в общепринятые экономические критерии.

В самом деле, при оценке общих и фундаментальных следований весьма трудно, а порой невозможно учесть практический эффект, который может дать сегодня практическая реализация новых знаний о мире, понимание новых закономерностей и явлений. Они могут определяться спустя некоторое время, продолжительность которого заранее не известна.

Может случиться и так, что поисковое исследование не решает поставленной задачи, но дает ответы на другие важные вопросы, которые вовсе не ставились в плане данной работы, а были решены попутно. Правильно мнение, что при оценке плановых фундаментальных исследований важно определять, насколько удалось приблизиться к решению основной задачи и есть ли какая-нибудь возможность решить ее полностью или частично; обоснованны ли были выбор методов исследования и последовательность решения плановых задач; в какой мере полученные результаты могут быть использованы на практике.

Иной характер имеет оценка научных работ прикладного значения, так как в самом плане исследования уже определяются конкретные задачи, что трудно сделать при выполнении фундаментальных исследований, особенно поискового плана.

Заключительная часть предполагает также наличие обобщенной итоговой оценки проделанной работы. При этом важно указать, в чем заключается ее главный смысл, какие важные побочные научные результаты получены, какие встают новые научные задачи в связи с проведением исследования. Заключительная часть, составленная по такому плану, дополняет характеристику теоретического уровня исследования, а также показывает уровень профессиональной зрелости и научной квалификации автора.

В некоторых случаях возникает необходимость указать пути продолжения исследуемой темы, формы и методы ее дальнейшего изучения, а также конкретные задачи, которые будущим исследователям придется решать в первую очередь.

Заключение может включать в себя и практические предложения, что повышает ценность теоретических материалов. Но такие предложения должны обязательно исходить из круга работ, проведенных лично исследователем и внедренных на производстве.

По объему заключение не должно быть большим. Для дипломной, диссертационной работ достаточно, соответственно, от 1,5 до 3 страниц машинописного текста. В нем целесообразно подвести итоги проведенного исследования, включая и его теоретическую часть, указать его практическую значимость, а также наметить перспективы дальнейших исследований.

Таким образом, подводя итог всему вышесказанному, можно утверждать, что **заключительная часть** научной работы представляет собой *не простой перечень полученных результатов* проведенного исследования, а **их итоговый синтез,** т.е. формулирование того нового, что внесено его автором в изучение и решение проблемы.

После заключения принято помещать **библиографический список** использованных источников. Этот список составляет одну из существенных частей работы и отражает самостоятельную творческую работу исследователя.

Библиография составляется по ГОСТу на момент оформления работы, эти правила очень часто корректируются и меняются. Описание списка литературы проводится в соответствии с требованиями, предъявляемыми к оформлению литературных источников в научном произведении, работе, правила которых могут быть разными. Примеры оформления библиографических источников приведены в приложении В.

Каждый включенный в такой список литературный источник должен иметь отражение в рукописи исследования. Если ее автор делает ссылку на какие-либо заимствованные факты или цитирует работы других авторов, то он должен обязательно указать в ссылке, откуда взяты приведенные материалы. Не следует включать в библиографический список те работы, на которых **нет ссылок** в тексте и которые **фактически не были использованы**. Не рекомендуется включать в этот список энциклопедии, справочники, научно - популярные книги, газеты.

Если есть необходимость в использовании таких изданий, то следует привести их в подстрочных ссылках в тексте научной работы.

Вспомогательные или дополнительные материалы, которые загромождают текст основной части работы, помещают приложении.

В **приложении** даются материалы вспомогательного характера, большой табличный материал, образцы протоколов, актов испытания и т.д.

По содержанию приложения очень разнообразны. Это, например, могут быть копии подлинных документов, выдержки из отчетных материалов, производственные планы и протоколы, отдельные положения из инструкций и

правил, неопубликованные тексты, переписка и т. п. По форме они могут представлять собой текст, таблицы, графики, карты.

В приложения нельзя включать библиографический список использованных источников, вспомогательные указатели всех видов, справочные комментарии и примечания, которые являются не приложениями к основному тексту, а элементами справочно-сопроводительного аппарата работы, помогающими пользоваться ее основным текстом.

Приложения оформляются как продолжение научной работы на последних ее страницах. При большом объеме или формате приложения оформляют в виде самостоятельного блока в специальной папке (или переплете), на лицевой стороне которой ставят заголовок "Приложения" и затем повторяют все элементы титульного листа работы.

Каждое приложение должно начинаться с нового листа (страницы) с указанием в правом верхнем углу слова "Приложение" и иметь тематический заголовок. При наличии в работе более одного приложения они нумеруются арабскими цифрами (без знака №), например: "Приложение 1", "Приложение 2" и т. д. Нумерация страниц, на которых даются приложения, должна быть сквозной и продолжать общую нумерацию страниц основного текста.

Связь основного текста с приложениями осуществляется через ссылки, которые употребляются со словом "смотри"; оно обычно сокращается и заключается вместе с шифром в круглые скобки – (см.).

Научную работу желательно снабжать *вспомогательными указателями,* которые помещаются после приложений или на их месте, если последние отсутствуют. Наиболее распространенными являются алфавитно-предметные указатели**,** представляющие собой перечень основных понятий, встречающихся в тексте, которые непосредственно относятся к нему, с указанием страниц.

Наличие алфавитно-предметного указателя существенно упрощает ориентировку в работе. Он является как бы путеводителем по ней, указывая, где и что можно найти на ее страницах. В известном смысле такой указатель можно сравнить с каталогом библиотеки, по шифру которого можно определить место данной книги на полке.

Составление алфавитно-предметного указателя является делом весьма сложным, поэтому студент, прежде чем браться за эту работу, должен уяснить некоторые технические правила его подготовки.

5.2 Приемы изложения научных материалов

Каждый исследователь стремится донести до читателя свои мысли в наиболее ясном и понятном виде. Но один полагает, что для этого достаточно лишь кратко описать ход исследования и подробно изложить конечные результаты. Другие исследователи как бы вводят читателя в свою творческую лабораторию, неторопливо ведут его от этапа к этапу, подробно и

последовательно раскрывая методы своей работы, ее удачи и неудачи, весь ход исследовательского процесса. Так перед читателем проходит весь сложный путь исканий изыскателем творческого замысла до заключительного этапа своей работы - подведения итогов, формулирования выводов и предложений.

Первый вариант изложения часто используется авторами научных монографий, рассчитанных на сравнительно узкий круг специалистов. Для любой научной работы приемлем второй вариант изложения, позволяющий лучше судить о способностях соискателя к самостоятельной научно-исследовательской работе. Это позволяет полнее выявить глубину его научной эрудиции в данной области науки и специальные знания по вопросам работы, т. е. соответствие автора официальным требованиям.

В арсенале авторов научных работ имеется несколько методических приемов изложения научных материалов, наиболее часто используются следующие приемы: 1) строго последовательный; 2) целостный (с последующей обработкой каждой главы); 3) выборочный (главы пишутся отдельно в любой последовательности).

Строго последовательное изложение материала работы требует сравнительно много времени, так как пока ее автор не закончил полностью очередного раздела, он не может переходить к следующему. Но для обработки требуется иногда перепробовать несколько вариантов, пока не найден лучший из них. В это время материал, почти не требующий черновой обработки, ожидает очереди и лежит без движения.

Целостный прием требует почти вдвое меньше времени на подготовку беловой рукописи, так как сначала пишется все произведение вчерне, как бы грубыми мазками, затем производится его обработка в частях и деталях, при этом вносятся дополнения и исправления.

Выборочное изложение материалов также часто применяется исследователями. По мере готовности фактических данных автор обрабатывает материалы в любом удобном для него порядке подобно тому, как художник пишет картину обязательно с верхней или нижней части. Выберите тот, который считаете для себя наиболее приемлемым для превращения так называемой черновой рукописи в промежуточную или в беловую (окончательную).

На этом этапе работы над рукописью из уже накопленного текстового материала, помимо отдельных глав, желательно выделить следующие композиционные элементы:

а) введение;

б) выводы и предложения (заключение);

в) библиографический список литературных источников;

г) приложения;

д) указатели.

Перед тем как переходить к окончательной обработке черновой рукописи, полезно обсудить основные положения ее содержания со своим научным руководителем.

Работа над беловой рукописью. Этот прием целесообразно использовать, когда макет черновой рукописи готов. Все нужные материалы собраны, сделаны необходимые обобщения, которые получили одобрение научного руководителя. Теперь начинается детальная шлифовка текста рукописи. Проверяется и критически оценивается каждый вывод, формула, таблица, каждое предложение, каждое отдельное слово. Исследователь еще раз проверяет, насколько заглавие его работы и название ее глав и разделов соответствуют их содержанию, уточняет композицию научного произведения, расположение материалов и их рубрикацию. Желательно также еще раз проверить убедительность аргументов в защиту своих научных положений. Здесь, как уже говорилось, целесообразно посмотреть на свое произведение как бы "чужими глазами", строго критически, требовательно и без каких-либо послаблений.

5.3 Язык и стиль научной работы

Языку и стилю научной работы следует уделять самое серьезное внимание. Действительно, именно языково-стилистическая культура лучше всего позволяет судить об общей культуре ее автора. Язык и стиль научной работы как часть письменной научной речи сложились под влиянием, так называемого академического этикета, суть которого заключается в интерпретации собственной и привлекаемых точек зрения с целью обоснования научной истины. Уже выработались определенные традиции в общении ученых между собой как в устной, так и в письменной речи. Однако не следует полагать, что существует свод "писаных правил" научной речи. Можно говорить лишь о некоторых особенностях научного языка, уже закрепленных традицией.

Наиболее характерной особенностью языка письменной научной речи является формально-логический способ изложения материала. Это находит свое выражение во всей системе речевых средств. Научное изложение состоит главным образом из рассуждений, целью которых является доказательство истин, выявленных в результате исследования фактов действительности.

В повествовательных текстах (т.е. текстах, излагающих ряд последовательных событий) порядок изложения фактов чаще всего определяется хронологической последовательностью фактов и их смысловой связью друг с другом. В тексте приводятся только узловые события, при этом учитывается их продолжительность во времени и смысловая значимости для раскрытия всей темы.

В описательных текстах, когда предмет или явление раскрывается путем перечисления его признаков и свойств вначале принято давать общую характеристику описываемого факта, взятого в целом, и лишь затем - характеристики отдельных его частей.

Таковы общие правила разбивки текста научной работе на абзацы. Что касается деления текста такой работы на более крупные части, то их разбивку

нельзя делать путем механического расчленения текста. Делить его на структурные части следует с учетом логических правил деления понятия.

Рассмотрим использование таких правил на примере *разбивки глав основной части на разделы.*

Суть первого правила такого деления заключается в том, чтобы *перечислить все виды, делимого понятия.* Объем членов деления должен быть равен в своей сумме объему делимого понятия. Это означает, что глава по своему смысловому содержанию должна точно соответствовать суммарному смысловому содержанию относящихся к ней разделов. Несоблюдение этого правила может привести к структурным ошибкам двоякого рода. Ошибка первого рода проявляется в том, что глава по смысловому содержанию уже общего объема составляющих ее разделов, т.е., проще говоря, включает в себя лишние по смыслу разделы.

Ошибка второго ряда возникает тогда, когда количество составляющих главу разделов является по смыслу недостаточным. На протяжении всего деления *избранный нами признак деления должен оставаться одним и тем же и не подменяться другим признаком.*

По смыслу *члены деления должны исключать друг друга, а не соотноситься между собой как часть и целое. Деление должно быть непрерывным,* т. е. в процессе деления нужно переходить к ближайшим видам, не перескакивая через них. Ошибка, возникающая при нарушении этого правила логики, носит название "скачок в делении".

Для научного текста характерны смысловая законченность, целостность и связность. Важнейшим средством выражения логических связей являются здесь специальные функционально - синтаксические средства связи, указывающие на **последовательность развития мысли** (*вначале, прежде всего, а затем, во-первых, во-вторых, значит, итак* и др.), **противоречивые отношения** (*однако, между тем, в то время как, тем не менее .....*), **причинно-следственные отношения** (*следовательно, поэтому, благодаря этому, сообразно с этим, вследствие этого, кроме того, к тому же ....*), **переход от одной мысли к другой** (*прежде чем перейти к..., обратимся к..., рассмотрим, остановимся на..., рассмотрев, перейдет к..., необходимо остановиться на..., необходимо рассмотреть*), **итог, вывод** (*итак, таким образом, значит, в заключение отметим, все сказанное позволяет сделать вывод, подведя итог, следует сказать…*).

В качестве средств связи могут использоваться **местоимения, прилагательные и причастия** (*данные, этот, такой, названные, указанные и* др.).

Не всегда такие и подобные им слова и словосочетания украшают слог, но они являются своеобразными дорожными знаками, которые предупреждают о поворотах мысли автора, информируют об особенностях его мыслительного пути. Читатель работы сразу понимает, что слова "действительно" или "в самом деле" указывают, что следующий за ними текст предназначен служить доказательством, слова "с другой стороны", "напротив"

и "впрочем" готовят читателя к восприятию противопоставления, "ибо" - объяснения.

В некоторых случаях словосочетания рассмотренного выше типа не только помогают обозначить переходы авторской мысли, но и способствуют улучшению рубрикации текста. Например, слова "приступим к рассмотрению" могут заменить заглавие рубрики. Они, играя роль невыделенных рубрик, разъясняют внутреннюю последовательность изложения, а потому в научном тексте очень полезны.

На уровне целого текста для научной речи едва ли не основным признаком являются целенаправленность и прагматическая установка. Отсюда делается понятным, почему эмоциональные языковые элементы в научных работах не играют особой роли. Научный текст характеризуется тем, что в него включаются только точные, полученные в результате длительных наблюдений и научных экспериментов сведения и факты. Это обусловливает и точность их словесного выражения, а следовательно, использование специальной терминологии.

Благодаря специальным терминам достигается возможность в краткой и экономной форме давать развернутые определения и характеристики научных фактов, понятий, процессов, явлений.

Установлено, что количество терминов, применяемых в современной науке, значительно превышает общее количество слов, употребляемых в литературно-художественных произведениях и разговорной речи.

Следует твердо помнить, что научный термин не просто слово, а выражение сущности данного явления. Следовательно, нужно с большим вниманием выбирать научные термины и определения. Нельзя произвольно смешивать в одном тексте различную терминологию, помня, что каждая наука имеет свою, присущую только ей, терминологическую систему.

Нельзя также употреблять вместо принятых в данной науке терминов профессиональной лексики, т.е. слов и выражений, распространенных в определенной профессиональной среде. Профессионализмы - это не обозначения научных понятий, а условные, в высшей степени дифференцированные наименования реалий, используемые в среде узких специалистов и понятные только им. Это своего рода их жаргон. В основе такого жаргона лежит бытовое представление о научном понятии.

Фразеология научной прозы также весьма специфична. Она признана, с одной стороны, выражать логические связи между частями высказывания (такие, например, устойчивые сочетания, как "привести результаты", "как показал анализ", "на основании полученных данных", "резюмируя сказанное" "отсюда следует, что" и т. п.), с другой стороны, обозначать определенные понятия, являясь, по сути дела, терминами (такие, например, фразеологические обороты и сложные термины, как "ток высокого напряжения", "государственное право", "коробка перемены передач" и т. п.

Рассмотрим *грамматические особенности научной речи,* также существенно влияющие на языково - стилистическое оформление текста

научного исследования. Следует отметить в ней наличие большого количества существительных с абстрактным значением, а также отглагольных существительных (исследование, рассмотрение, изучение и т. п.).

В научной прозе широко представлены относительные прилагательные, поскольку именно такие прилагательные, в отличие от качественных, способны с предельной точностью выражать достаточные и необходимые признаки понятий.

Как известно, от относительных прилагательных нельзя образовать формы степеней сравнения. Поэтому в тексте необходимости использования качественных прилагательных предпочтение отдается аналитическим формам сравнительной и превосходной степени.

Для образования превосходной степени чаще всего используются слова "наиболее", "наименее". Не употребляется сравнительная степень прилагательного с приставкой "по" (например, "повыше", "побыстрее"), а также превосходная степень прилагательного с суффиксами -айш-, -ейш-, за исключением некоторых терминологических выражений, например, "мельчайшие частицы вещества".

Особенностью языка научной прозы является также отсутствие экспрессии. Отсюда доминирующая форма оценки - констатация признаков, присущих определяемому слову. Поэтому большинство прилагательных являются здесь частью терминологических выражений. Отдельные прилагательные употребляются в роли местоимений. Так, прилагательное "следующие" заменяет местоимение "такие" и везде подчеркивает последовательность перечисления особенностей и признаков.

Глагол и глагольные формы в тексте научных работ несут особую информационную нагрузку. Авторы обычно пишут "рассматриваемая проблема", а не "рассмотренная проблема". Эти глагольные формы служат для выражения постоянного свойства предмета (в научных законах, закономерностях, установленных ранее или в процессе данного исследования), они употребляются также при описании хода исследования, доказательства в описании устройства приборов и машин.

Часто употребляется изъявительное наклонение глагола, редко - сослагательное наклонение и почти совсем не употребляется повелительное наклонение. Широко используются возвратные глаголы, пассивные конструкции, что обусловлено необходимостью подчеркнуть объект действия, предмет исследования (например: "В данной статье рассматриваются…", "Намечено выделить дополнительные кредиты...").

В научной речи очень распространены указательные местоимения "этот", "тот", "такой". Они не только конкретизируют предмет, но и выражают логические связи между частями высказывания (например: "Эти данные служат точным основанием для вывода..."). Местоимения "что-то", "кое - что", "что-нибудь" в силу неопределенности их значения в тексте не используются.

Отдельные предложения и части сложного синтаксического целого, все компоненты (простые и сложные), как правило, очень тесно связаны друг с,

другом, каждый последующий вытекает из предыдущего или является следующим звеном в повествовании или рассуждении. Поэтому для текста, требующего сложной аргументации и выявления причинно-следственных отношений, характерны сложные предложения различных видов с четкими синтаксическими связями. Преобладают сложные союзные предложения. Отсюда богатство составных подчинительных союзов: "благодаря тому, что", "между тем как", "так как", "вместо того, чтобы", "ввиду того, что", "оттого, что", "вследствие того, что", "после того, как", "в то время, как" и др. Особенно употребительны производные отыменные предлоги "в течение", "в соответствии с...", "в результате", "в отличие от…", "наряду с...", "в связи с..." и т. п.

В научном тексте чаще встречаются сложноподчиненные, а не сложносочиненные предложения. Это объясняется тем, что подчинительные конструкции выражают причинные, временные, условные, следственные и тому подобные отношения, а также тем, что отдельные части в сложноподчиненном предложении более тесно связаны между собой, чем в сложносочиненном. Части же сложносочиненного предложения как бы нанизываются друг на друга, образуя своеобразную цепочку, отдельные звенья которой сохраняют известную независимость и легко поддаются перегруппировке.

Безличные, неопределенно-личные предложения в тексте научных работ используются при описании фактов явлений и процессов. Номинативные предложения применяются в названиях разделов, глав и параграфов, в подписях к рисункам, диаграммам, иллюстрациям.

У письменной научной речи имеются и чисто *стилистические особенности.* Объективность изложения - основная стилевая черта такой речи, которая вытекает из специфики научного познания, стремящегося установить научную истину. Отсюда наличие в тексте научных работ вводных слов и словосочетаний, указывающих на степень достоверности сообщения. Благодаря таким словам тот или иной факт можно представить как вполне достоверный (конечно, разумеется, действительно), как предполагаемый (видимо, надо полагать), как возможный (возможно, вероятно).

Обязательным условием объективности изложения материала является также указание на то, каков источник сообщения, кем высказана та или иная мысль, кому конкретно принадлежит то или иное выражение. В тексте это условие можно реализовать, используя специальные вводные слова и словосочетания (по сообщению, по сведениям, по мнению, по данным, по нашему мнению и др.).

Сугубо деловой и конкретный характер описаний изучаемых явлений, фактов и процессов почти полностью исключает индивидуальные особенности слога, эмоциональность и изобретательность. В настоящее время в научной речи уже довольно четко сформировались определенные стандарты изложения материала. Так, описание экспериментов делается обычно с помощью кратких страдательных причастий. Например: "*Было выделено* 15 структур..."

Использование подобных синтаксических конструкций позволяют сконцентрировать внимание читателя только на самом действии. Субъект действия при этом остается необозначенным, поскольку указание на него в такого рода научных текстах является необязательным.

Стиль письменной научной речи - это безличный монолог. Поэтому изложение обычно ведется от третьего лица, так как внимание сосредоточено на содержании и логической последовательности сообщения, а не на субъекте. Сравнительно редко употребляется форма первого и совершенно не употребляется форма второго лица местоимений единственно числа. Авторское "я" как бы отступает на второй план.

Сейчас стало неписаным правилом, когда автор работ выступает во множественном числе и вместо "я" употребляет "мы", считая, что выражение авторства, как бы формально от коллектива придает больший объективизм изложению.

Действительно, выражение авторства через "мы" позволяет отразить свое мнение как мнение определенной группы людей, научной школы или научного направления. И это вполне объяснимо, поскольку современную науку характеризуют такие тенденции, как интеграция, коллективность в творчестве, комплексный подход к решению проблем. Местоимение "мы" и его производные как нельзя лучше передают и оттеняют эти тенденции.

Став фактом научной речи, местоимение "мы" обусловило целый ряд новых значений и производных от них оборотов, в частности, с притяжательным местоимением типа "по нашему мнению".

Однако нагнетание в тексте местоимения "мы" производит малоприятное впечатление. Поэтому авторы научных работ стараются прибегать к конструкциям, исключающим употребление этого местоимения. Такими конструкциями являются неопределенно-личные предложения (например, "Вначале производят отбор образцов для анализа, а затем устанавливают их соответствие по размерам тиглей..."). Употребляется также форма изложения от третьего лица (например: ″Автор полагает..."). Аналогичную функцию выполняют предложения со страдательным залогом (например: "Разработан комплексный подход к исследованию..."). Такой залог устраняет необходимость в фиксации субъекта действия и тем самым избавляет от необходимости вводить в текст личные местоимения.

Качествами, определяющими культуру научной речи, являются точность, ясность и краткость. Смысловая *точность* - одно из главных условий, обеспечивающих научную и практическую ценность заключенной в тексте работы информации. Действительно, неправильно выбранное слово может существенно исказить смысл написанного, дать возможность двоякого толкования той или иной фразы, придать всему тексту нежелательную тональность.

Между тем авторы работ не всегда добиваются точности словоупотребления, небрежно отбирая слова, которые часто искажают

высказанную мысль. Отсюда различного рода лексические ошибки, лишающие научную речь точности и ясности.

Дурная привычка - пересыпать свою речь канцелярскими словами, "щеголять" мудреной книжной лексикой. Это мешает писать просто и понятно. Особенно мешает точности высказываний злоупотребление иностранными словами. Часто этому сопутствует и элементарное незнание смысла слова.

Нередко и исконно русские слова употребляются неточно, вопреки их значению, и тогда рождаются фразы типа: "*Большая* половина товаров осталась нереализованной", "Предлагаемый этой фирмой станок *вооружен* специальным указателем скорости вращения резца".

Очень часто точность нарушается в результате синонимии терминов. Терминов-синонимов в одном высказывании быть не должно. Плохо, когда соискатель пишет то "разряжение", то "вакуум", или то "водяная турбина", то "гидротурбина", или когда в одном случае он использует "томаты", а в другом "помидоры".

В научной речи для обозначения новых понятий нередко создаются новые слова от иностранных по словообразовательным моделям русского языка. В результате появляются такие неуклюжие слова, как "шлюзовать" (от "шлюз"), "штабелировать (от "штабель").

Точность научной речи обусловлена не только целенаправленным выбором слов и выражений, не менее важен выбор грамматических конструкций, предполагающий точное следование нормам связи слов во фразе. Возможность по-разному объяснять слова в словосочетаниях порождает двусмысленность. Так, двузначна конструкция: "В других товарах подобные маркировки отсутствуют" (другие товары или подобные маркировки отсутствуют - понять трудно).

Другое необходимое качество научной речи - ее ясность. Ясность - это умение писать доступно и доходчиво.

Практика показывает, что особенно много неясностей возникает там, где авторы вместо точных количественных значений употребляют слова и словосочетания с неопределенным или слишком обобщенным значением.

Очень часто авторы пишут "и т.д." в тех случаях, когда не знают, как продолжить перечисление, или вводят в текст фразу "вполне очевидно", когда не могут изложить доводы. Обороты "известным образом" или "специальным устройством" нередко указывают, что автор в первом случае не знает, каким образом, а во втором - какое именно устройство.

Во многих случаях нарушение ясности изложения вызывается стремлением отдельных авторов придать своему труду видимость научности. Отсюда и совершенно ненужное наукообразие, когда простым, всем хорошо знакомым предметам дают усложненные названия.

Причиной неясности высказывания может стать неправильный порядок слов во фразе. Например: "Четыре подобных автомата обслуживают несколько тысяч человек". В этой фразе подлежащее не отличается по форме от прямого

дополнения и поэтому неясно, кто (или что) является субъектом действия: автоматы или люди, которые их обслуживают.

Нередко доступность и доходчивость называют простотой. Простота изложения способствует тому, что текст работы читается легко, т. е. когда мысли ее автора воспринимаются без затруднений. Однако нельзя отождествлять простоту и примитивность.

Нельзя также путать простоту с общедоступностью научного языка. Популяризация здесь оправданна лишь в тех случаях, когда научная работа предназначена для массового читателя. Главное при языково - стилистическом оформлении текста научных работ в том, чтобы его содержание по форме своего изложения было доступно тому кругу ученых, на которых такие работы рассчитаны.

Краткость третье необходимое и обязательное качество научной речи, более всего определяющее ее культуру. Реализация качества означает умение избежать ненужных повторов, излишней детализации и словесного мусора. Каждое слово и выражение служит здесь той цели, которую можно сформулировать следующим образом: как можно не только точнее, но и короче донести суть дела. Поэтому слова и словосочетания, не несущие никакой смысловой нагрузки, должны быть полностью исключены из текста работы.

Многословие, или речевая избыточность, чаще всего проявляется в употреблении лишних слов. Например: "Для этой цели фирма использует *имеющиеся* подсобные помещения" (если помещений нет, то и использовать их нельзя); "Проверкой было установлено, что *существующие* расценки во многих торговых точках нашего города были значительно завышены" (несуществующие расценки не могут быть ни завышены, ни занижены).

Чтобы избежать многословия, необходимо прежде всего бороться с словами появляющимися в тексте, ненужными по смыслу.

Такие слова в исследовании свидетельствуют не только о языковой небрежности ее автора, но и часто указывают на нечеткость представления о предмете речи или о том, что он просто не понимает точного смысла заимствованного из чужого языка слова. Так появляются сочетания типа: интервал *перерыва, внутренний* интерьер, габаритные *размеры, плохая* экология и пр.

К речевой избыточности следует отнести и употребление без надобности иностранных слов, которые дублируют русские слова и тем самым неоправданно усложняют высказывание. Зачем, например, говорить "ничего экстраординарного", когда можно сказать "ничего особенного"; вместо ординарный - обыкновенный, вместо индифферентно - равнодушно, вместо игнорировать – не замечать, вместо лимитировать - ограничивать, вместо ориентировочно - примерно, вместо функционировать - действовать, вместо диверсификация - разнообразие, вместо детерминировать - определять, вместо апробировать - проверять и т. д.

Неправильное или параллельное употребление иноязычной лексики ведет, как правило, к ненужным повторениям, например: "промышленная индустрия" (в слове "индустрия уже заключено понятие "промышленная"), "форсировать строительство ускоренными темпами" ("форсировать" и означает "вести ускоренными темпами"), "потерпеть полное фиаско" ("фиаско" и есть "полное поражение").

Другая разновидность многословия - тавтология, т. е повторение того же самого другими словами. Многие тексты буквально переполнены повторениями одинаковых или близких по значению слов, например: "в августе *месяце*" *"схематический* план", "пять *человек* шахтеров", "семь штук трансформаторов" и т. п. Помимо лексических форм многословия в научных работах нередки и стилистические недочеты речевой избыточности, среди которых преобладают канцеляризмы, засоряющие язык, придавая ему казенный оттенок. Примером могут служить следующие фразы: "Эти товары *допустимы к продаже* только после специальной обработки".

Особенно часто канцеляризмы проникают в научную речь в результате неуместного использования так называемых отыменных предлогов (в деле, по линии, за счет, в части), которые лишают такую речь эмоциональности и краткости. Например: "В *части* удовлетворения запросов населения".

Очень часто в тексте работ возникает необходимость в определенной последовательности перечислить явления (процессы). В таких случаях обычно используются сложные бессоюзные предложения, в первой части которых содержатся слова с обобщающим значением, а в последующих частях по пунктам конкретизируется содержание первой части. При этом рубрики перечисления строятся однотипно, подобно однородным членам при обобщающем слове в обычных текстах. Между тем нарушение однотипности рубрик перечисления - довольно распространенный недостаток языка многих научных текстов. Поэтому на однотипность построения таких рубрик всегда следует обращать внимание.

5.4 Особенности и часто допускаемые ошибки при работе над рукописью научного труда

В этом подразделе главы представлен материал об особенностях работы над рукописью – о «технологии» написания научного труда.

В наше время все нарастающий поток публикаций предъявляет повышенные требования к их лаконичности, информативности и ясности изложения.

Рубрикация текста научной работы представляет собой деление такого текста на составные части, графическое отделение одной части от другой, а также использование заголовков, нумерации и т.п. Рубрикация отражает логику научного исследования и потому предполагает четкое подразделение рукописи на отдельные логически соподчиненные части.

Простейшей рубрикой является *абзац* — отступ вправо в начале первой строки каждой части текста. Абзац, как известно, не имеет особой грамматической формы. Поэтому его чаще всего рассматривают как композиционный прием, используемый для объединения ряда предложений, имеющих общий предмет изложения. Абзацы делаются для того, чтобы мысли выступали более зримо, а их изложение носило более завершенный характер. Логическая целостность высказывания, присущая абзацу, облегчает восприятие текста. Именно понятие единой темы, объединяющей абзац со всем текстом, есть то качественно новое, что несет с собой абзац по сравнению с чисто синтаксической "единицей высказывания" - предложением. Поэтому правильная разбивка текста научной работы на абзацы существенно облегчает ее чтение и осмысление.

Абзацы одного раздела или главы должны быть по смыслу последовательно связаны друг с другом. Число самостоятельных предложений в абзаце различно и колеблется в весьма широких пределах, определяемых сложностью передаваемой мысли.

При работе над абзацем следует особое внимание обратить на его начало. В первом предложении лучше всего называть тему абзаца, делая такое предложение как бы заголовком к остальным предложениям абзацной части. При этом формулировка первого предложения должна даваться так, чтобы не терялась смысловая связь с предшествующим текстом.

В каждом абзаце следует выдерживать систематичность и последовательность в изложении фактов, соблюдать внутреннюю логику их подачи, которая в значительной мере определяется характером текста.

Заготовки. Обычно полагают, что садиться за рукопись можно после того, как все эксперименты, опыты завершены. Это почти также неверно, как то, что думать нужно только после опыта. Думать нужно трижды: до опыта, во время опыта и после опыта. И записывать свои мысли нужно на каждом этапе сразу.

И до, и во время опыта в голову приходят логические построения, отрывочные соображения и просто удачные формулировки мыслей. Как только такая находка пришла, сразу следует ее записать.

Следующий этап предварительного оформления материала «до статьи или раздела, главы и т.д.» - более связанные, хотя еще разрозненные заготовки. Закончив очередную серию опытов, сразу следует описать и интерпретировать их результаты куском связного текста. В конце работы такие заготовки могут иногда оказаться готовыми блоками, главами рукописи, статьи. Их останется лишь скрепить логическими переходами.

Наконец, третий уровень предварительного оформления материалов – написание «макета», набросок общего контура работы еще до завершения экспериментальных исследований. Пробовать сделать такой набросок тогда, когда получено более половины данных. На месте не проведенных экспериментов будут пустоты, которые затем удастся заполнить.

Хорошая статья, работа редко может быть написана сразу, «на одном дыхании». Тот, кто пытался поступить так, знает, первые дни, работа «не идет», «не пишется». Это естественно, для предварительной переработки информации в подсознании, нужно время. Если же начать писать параллельно с проведение опытов (заметки – заготовки - макет), то эта переработка происходит заранее, а во-вторых, значительно эффективнее.

Структура работы. Текст должен быть уравновешенным. Это значит, что между ее стандартными разделами должна быть соблюдена определенная пропорция. Примерные пропорции при оформлении экспериментальных работ мы уже обсуждали (см. подзаголовок. 5.1.1). Подчеркнем некоторые особенности дополнительно. Объем «Методики», как правило, должен занимать значительно меньше места, чем «Результаты» и «Обсуждение». Результаты, если они отделены от обсуждения, должны быть описаны по возможности кратко. В этом разделе читателя интересует табличный материал. Объем «Обсуждения» ограничивать не стоит. Основная ценность работы, как правило, заключается не столько в установленном факте, сколько в его объяснении и вытекающих из этого объяснениях идеях.

Каждый раздел должен иметь четкие границы и не заходить на территорию соседа. Во введении вряд ли стоит, забегая вперед, упоминать полученные результаты. Они будут восприниматься легче, если им будет предпослана аргументация. Раздел «Результаты» следует начинать прямо с изложения конкретных результатов, а не с истории вопроса, которая должна быть целиком вынесена во введение. Начинать «Результаты» ссылками на литературу непрофессионально.

Обычно авторы невнимательны к делению текста на *абзацы*. Между тем оно помогает ориентироваться, зрительно отделяя одну мысль от другой. Существует полезное правило: «Один абзац – одна мысль». Проверьте себя: если основной смысл абзаца можно выразить одной фразой, он хорош. Если же двумя – его нужно разделить на два абзаца.

Положение, которое вы считаете особенно важным, можно дать несколько раз. Это можно сделать во «Введении», в «Обсуждении», в Выводах». Но не повторяйте его дословно, перефразируйте его.

Введение. Нужно описать ситуацию, что еще неизвестно. Затем нанести на карту проблемную ситуацию. Причем, сформулировать все четко, в форме строгого постулата. Это – вексель, выданный читателю и подлежащий оплате выводом в конце работы.

Хорошо, если введение заканчивается постановкой задач, которым предпослана гипотеза, тем самым вы покажете, что работа не случайная, а поиск направленный.

Методика должна быть описана достаточно подробно. Однако объем рукописи ограничен, соблюдение пропорций должно сохраняться, поэтому не нужно приводить несущественные детали экспериментов.

Результаты надо стараться описать отдельно от обсуждения. Излагать нужно лишь полученные факты, по возможности не комментируя их. От

такого разделения можно отказаться лишь тогда, когда оно мешает логике изложения; то есть в тех случаях, когда характер каждого эксперимента зависит от выводов из предыдущего. В большинстве случаев объединенный раздел «Результаты и их обсуждение» - лишь свидетельство неопытности и (или) беспомощности автора. Само описание результатов должно быть кратким. Его нужно начинать сразу со ссылки на таблицу или рисунок. Излишне пересказывать словами содержание таблицы. Необходимо отмечать лишь закономерности, следующие из таблиц, рисунков, т.е. ту заключенную в них информацию, которая позже понадобится в «Обсуждении».

Обсуждение. Задача этого раздела – обобщение и объяснение данных. Распространенная ошибка – комментарии отдельных эффектов, таблиц, графиков. Это лишь прелюдия к собственно обсуждению. Обсуждение начинается тогда, когда эффекты и зависимости рассматриваются совместно, развивайте свою фантазию. Необходимо искать внутренние связи и постараться выстроить последовательную цепь причин и следствий. И на их основе получить ту информацию, которая не содержалась в них порознь. Собственно, в этом и заключается суть обобщения. Важно подчеркнуть ценность выполненной работы, если вы можете написать: «Насколько нам известно, аналогичных данных до сих пор не было получено».

Если в работе нет раздела «Выводы», обсуждение необходимо завершить специальным заключительным абзацем. В нем необходимо суммировать еще раз основной вывод, следующий из вашей аргументации. Сформулировать этот вывод надо таким образом, чтобы он содержал в себе ***ответ*** *на вопрос,* поставленный ***во введении***.

Выводы. Не нужно подменять выводы, перечислением полученных фактов. Наша задача – ***вывести*** из них новую информацию. При этом приходится «заходить за факт», опираясь на свою интуицию, знания, полученных в смежных областях. Тут надо соблюдать определенную осторожность – есть два крайних случая. Первый – излишняя осторожность: вообще отказаться от обсуждения и интерпретаций, второй – излишняя смелость, дать волю умозрениям. Истина лежит посередине. Заходить за факты необходимо – иначе наука не сможет объяснить явления, выродиться в факторографию. Но нельзя отрываться от фактов, тогда это будет фантазией. Интерпретация результатов должна быть адекватна использованному методу. Это значит, что если эксперимент был проведен на целых растениях, его результат не следует интерпретировать на молекулярном уровне.

Доказательство. Конечная цель любой работы – доказательство определенного положения – это цепочка последовательных аргументов, каждый из которых вытекает из предыдущего и рождает последующий. Первая посылка этой цепочки вытекает из предшествующего знания, которое было изложено во введении. Последняя же должна привести к доказываемому тезису, который будет сформулирован в выводах. Причем, нужно доказать *действительный* эффект, а *не кажущийся*. Математически нужно убедиться, что факт закономерен, а не случаен. Достоверным является тот результат,

вероятность которого не меньше 0,95. Количественный критерий такой степени вероятности: средняя арифметическая должна не менее, чем вдвое превышать свою стандартную ошибку. Это объективное условие достоверности.

Полнота аргументации. Ошибочно полагать, что обязанность автора работы – собрать те аргументы, которые подтверждают его гипотезу. Автор обязан подобрать все возможные аргументы – как за, так и против – и отвести последние. Для этого, на свою работу надо посмотреть как бы со стороны. Все ли выводы точны и основательны? Работу отдайте коллегам прочитать, доложите материал на семинаре. При этом «подставьтесь», акцентируйте внимание на ее слабых сторонах. Нужно ценить не столько похвалу, сколько критику. Достоинства работы вы знаете лучше других. Но «изнутри» работы трудно вам увидеть некоторые изъяны ее аргументации, которые лучше видны со стороны.

Иллюстрации. То, что мы называем иллюстрациями - таблицы, графики, фотографии, являются основными *документами*, фундаментом доказательства. Эксперимент дает нам два ряда чисел (сигнал-ответ), зависимость между которыми и служит пищей для наших рассуждений. Эта зависимость может быть выражена в виде таблицы, графика, кривой, диаграммы.

Таблица наиболее документальна, но наименее наглядна и информативна. К ней обычно прибегают в тех случаях, когда вариантов «точек» недостаточно для построения кривой. Однако нас обычно интересуют не столько сами числа (в повторных опытах они сильно могут различаться), сколько характер зависимости между ними. В этом отношении кривая более информативна. Она позволяет увидеть не отдельные точки зависимости, а всю ее целиком – с восходящими и нисходящими ветвями, минимумами и максимумами, переломами функции. Поэтому, если «точек» достаточно, результаты лучше выразить не таблицей, а кривой. При этом надо помнить, что для однозначного построения кривой нужно не менее пяти точек.

Речь идет о плавных кривых, а не зигзагообразное соединение точек прямыми отрезками. Такая «пила», как и столбики гистограммы выигрывают перед таблицей в наглядности, но уступает ей в информативности и документальности.

Место основной прописки первичных документов – это раздел «Результаты». Вообще говоря, именно таблицы и графики и представляют собой собственно результаты. А текст – лишь пояснение к ним. Прежде чем выбрать ту или иную форму построения кривой, постарайтесь выразить интересующую вас зависимость всеми возможными способами.

Все документы должны быть по возможности автономными, то есть понятными без текста. Кривые, обсуждаемые порознь, давайте отдельными рисунками. Кривые же, которые при обсуждении сравниваются между собой, совмещать нужно на одном графике – так сравнение удобнее. Однако на одном графике не должно быть больше двух-трех кривых.

Цитирование. Библиография – мощный инструмент повышения информативности научной работы без расширения ее объема. Действительно, одна цифра в квадратных скобках содержит в себе в сжатом, закодированном виде всю информацию другой работы.

Во «введении» задача цитирования – дать представление о предыстории вопроса, что выяснено предшественниками и что остается невыясненным. Картину достигнутого знания можно дать наиболее лаконично и полно, цитируя обзоры и монографии. Переходя к невыясненным вопросам, следует цитировать более конкретные частные публикации.

В разделе «Результаты» назначение ссылок – показать сходство или различие ваших данных с описанными в литературе.

В разделе «Обсуждении» использование ссылок наиболее важно и ответственно, потому что ссылка – это косвенная форма аргумента.

Нужно избегать громоздких «обойм» ссылок. Они свидетельствуют не столько о вашей эрудиции, сколько о неумении отделять главное от второстепенного.

Иногда для подкрепления конкретных сведений (факт, эффект, наблюдение) делается ссылка на монографию. В таких случаях необходимо указать страницу, на которой этот факт описан. Не надо вынуждать других исследователей в поисках одной фразы листать всю монографию.

Краткость и ясность. Хороший стиль изложения – это и вежливость к тем, кто будет читать данный труд, и уважение к собственному труду. Требования, предъявляемые к манере изложения: краткость, понятность и, по возможности, изящество. Краткость – сестра таланта. Лишние слова лишают работу «прозрачности». Словоохотливость – один из признаков ограниченности. Истинное красноречие – это умение сказать все, что нужно, и не более, чем нужно. Требование краткости предъявляется не только ко всей работе, но и к отдельной фразе. Проверьте во фразе каждое слово. Если от его удаления смысл фразы не изменится – вычеркните его. Это особенно важно в трех местах: в заглавии, в аннотации и в выводах. Фраза на полстраницы недопустима: осилив ее до конца, можно забыть, что было вначале. Короткие фразы дисциплинируют, в них нет места пустословию и сразу видно, информативны ли они.

Однако не надо забывать, что талант – не брат краткости. Не надо экономить на пояснениях, нужных для понимания смысла. Не нужно превращать свою работу в телеграмму: пересушенная пища так же трудно усваивается, как и сырая. Готовую работу дайте почитать коллеге, и пусть он рассмотрит ее как бы со стороны. Попросите, чтобы он отметил непонятные выражения, фразы и выясните, почему они ему не понятны: из-за громоздкости или наоборот, лишней краткости. Соответственно, потом работу можно переделать. Можно готовую работу и не давать никому, просто отложить ее и заняться другими делами. Через месяц прочтите ее снова; возможно, некоторые места окажутся непонятными вам самим.

Литературный стиль. Нужно стараться, чтобы ваша работа была понятна образованным людям. В литературном стиле более употребительны слова: «это», «сказанное», «перечисленные», вместо таких суконных слов, как «данный», «вышеизложенное», «поименованное». Высокопарный тон – плохой тон в науке. Как правило, он свидетельствует о пустоте содержания. Желательно избегать категоричности, необходимо быть более сдержанным. Вводное слово «причем» ставится только в середине фразы – для связки двух входящих в нее предложений. А «при этом» - в начале фразы, для связки ее с предыдущей. «Таким образом» применяется для промежуточных выводов, а «итак» - для подведения окончательного итога. Нельзя, чтобы одно слово повторялось несколько раз в предложении. **Хорошо написанная** работа воспринимается как **свободная устная речь**.

Аннотация. Хорошая аннотация содержит *три обязательные* и последовательные *части.* Первая – о том, *что делал автор.* Отсюда мы получаем общее представление о цели работы и технике выполнения. Вторая – о том, *какие факты получены* автором. В ней кратко перечисляются основные результаты опытов, без каких бы то ни было комментариев. Их нужно перечислять последовательно. Наконец, третья часть – *какие выводы сделаны* из полученных данных.

Последнее особенно важно. Главная ценность научного исследования заключается не в описании явлений (факты), а в их объяснении.

Распространенные ошибки, они очень живучи, вкраце остановимся на них:

- заглавие: слишком длинно, содержит лишние слова или авторы пытаются излишне полно отразить содержание работы;

- аннотация: отсутствует строгая структура (техника – факты - выводы), лишние слова;

- введение*:* отсутствует логическая последовательность, приводящая к постановке задачи; задача сформулирована неопределенно.

- методика: указаны не условия проведения экспериментов, методическая ссылка на тезисы или краткое сообщение;

- результаты: даются вперемежку с обсуждением, сводятся к пересказу таблиц;

- обсуждение: сводится к пересказу результатов, практически отсутствует, нет заключительного абзаца;

- выводы: подменены констатацией фактов, то есть практически отсутствуют;

- стиль: неинформативные фразы и целые периоды с ускользающим смыслом, длинные, громоздкие фразы;

- иллюстрации: кривые без экспериментальных точек, ломаная кривая «пила», перенасыщенность графика кривыми, «паутина» кривых, в которых трудно разобраться;

- библиография: случайные и формальные ссылки, из вежливости, ссылки на конкретные факты из монографии без указания страниц, обоймы ссылок, замалчивание предшественников.

5.5 Формы оформления результатов работы

5.5.1 Научно-технический отчет

Отчет является систематизированным и полным (исчерпывающим) изложением существа и результатов работы.

Общими требованиями к представлению результатов в отчете научно-исследовательской работы (НИР) являются:

- четкость и логическая последовательность изложения материала;
- убедительность (доказательность) аргументации;
- краткость и точность формулировок, исключающих возможность неточного, неоднозначного или неправильного понимания;
- конкретность изложения результатов работы;
- обоснованность рекомендаций и предложений.

Структура и составные части отчета научно-исследовательской работе определяются в соответствии с ГОСТ 7.32-2001 (ИСО 5966-82).

Цель отчета – полностью изложить весь процесс исследования, документировать все детали, полностью отразить ваши рассуждения, интерпретацию результатов, выводы и рекомендации. Научно-технический отчет обычно ориентирован на довольно узкий круг специалистов. Этот документ должен быть написан в сухом, неэмоциональном стиле. Следует, однако, иметь в виду, что в настоящее время существует тенденция к упрощению языка научно-технических работ. *Отчет, написанный тяжелым языком, перегруженный специальными терминами, не всегда свидетельствует о сложности тематики. Часто - это признак неумения автора ясно излагать материал.*

Хорошо написанный отчет об исследованиях, проведенных в области окружающей среды, обычно имеет аннотацию, в которой излагаются основные результаты проведенных работ, выводы и рекомендации. Естественно, загруженность этого раздела специфической терминологией существенно ниже, чем всего отчета в целом. Эта аннотация может послужить основой для информационных материалов, предназначенных для более широкого круга заинтересованных лиц.

Оформление результатов исследования в виде строгого документа – отчета – первый этап представления результатов, опускать который нельзя. Иногда, в лучшем случае, на свет появляются разрозненные протоколы отдельных исследований. Иногда оформление результатов ограничивается записями в лабораторных журналах (причем в черновом варианте). Такой подход недопустим. Отчет – это *основной документ*, которым можно оперировать. От его качества решающим образом зависит возможность

использования результатов. Даже если единственной целью является публикация результатов в местной газете, нельзя выносить на суд общественности результаты, не имеющие строгого документального подтверждения. Использование отдельных протоколов допустимо, если проведены разовые измерения, не претендуя на организацию продолжительной программы наблюдений. Причем даже в этом случае, помимо собственно протокола измерения, необходимо дать трактовку ваших результатов, предложить выводы и рекомендации. Если же проводятся регулярные экологические исследования по программе общественного или иного контроля, необходимо регулярно оформлять результаты в виде отчетов.

Формат научного отчета хорошо известен любому исследователю. Прежде всего, грамотно составленный отчет должен отражать все этапы работы. Отчет всегда начинается с формулировки **цели и задач** работы. Для читателя **отчета цель работы останется загадкой**, если **не изложить ее в явном виде**. Четкие формулировки принесут большую пользу: общая стратегия должна быть ярко выражена. Их качество серьезно повыситься, если в начале исследования ставились **четкие цели работы** и постараться поставить ее **как можно более определенно**. Другими словами, эта часть отчета должна отражать результаты предварительной работы, проделанной на стадии разработки программы.

Затем должен следовать обзор доступных данных и анализ ситуации. Маловероятно, чтобы проблема, которую вы собираетесь поднять, никогда и никем не была исследована. Даже если вы поднимаете новую для региона проблему, постарайтесь найти аналоги в отечественной и мировой практике. Разумеется, изучая состояние окружающей среды вблизи хозяйственных объектов, следует провести как можно более полный анализ воздействий, возможных в этой ситуации.

В отчете обязательно должны быть описаны использованные методики (или дана ссылка на доступный литературный источник, содержащий их описание). Без этой информации оценить ваши результаты практически невозможно. Если в работе необходимы лабораторные исследования, которые нельзя выполнить самостоятельно, и приходится обращаться в исследовательские лаборатории, необходимо обратить особое внимание на строгость оформления результатов, полученных по заказу. Ссылка на авторитет лаборатории, представившей некорректно оформленные результаты, будет звучать неубедительно, и не будет содействовать достижению конечной цели – эффективному использованию информации.

Отчет должен содержать весь фактический материал (включая протоколы отбора проб и лабораторных испытаний). Для того, чтобы отчет был более «читабельным», лучше вынести первичную документацию в приложения, а в основной части представить результаты в виде сводных таблиц, более удобных для интерпретации. Подробная интерпретация результатов – также необходимая составляющая научного отчета. И, наконец, особое внимание следует уделить разделу «Выводы и рекомендации». В

современной практике подготовки отчетов этот раздел считается особенно важным и иногда составляет до трети объема всего отчета. К сожалению, в России в настоящее время выработке рекомендаций уделяется недостаточное внимание. Нередко научные коллективы, ведущие исследовательские работы, ограничиваются констатацией проблем. В лучшем случае, в отчете присутствует раздел «Выводы». В этом разделе в сжатом виде излагаются результаты работы, дается общая оценка ситуации. Однако для того, чтобы результаты использовались с возможно большей эффективностью, необходимо предложить рекомендации по улучшению ситуации. Это значительно снижает риск оказаться в положении людей, критикующих и не предлагающих конструктивного выхода.

5.5.2 Выпускные квалификационные (дипломные) работы

Процесс выполнения выпускной квалификационной работы (ВКР) включает в себя ряд взаимосвязанных этапов, перечень которых (в порядке выполнения) представлен ниже:

- выбор темы и её утверждение в установленном порядке;
- формирование структуры и календарного графика выполнения работы, согласование с научным руководителем;
- сбор, анализ и обобщение материалов по выбранной теме;
- формирование основных теоретических положений, практических выводов и рекомендаций по результатам анализа;
- подготовка письменного проекта выпускной квалификационной работы и его представление руководителю;
- доработка первого варианта ВКР с учетом замечаний руководителя;
- чистовое оформление ВКР, списка использованных документальных источников литературы, глоссария и приложений;
- подготовка доклада для защиты ВКР на заседании аттестационной комиссии;
- подготовка демонстрационных плакатов или так называемого раздаточного материала, включающего в себя в сброшюрованном виде компьютерные распечатки схем, графиков, диаграмм, таблиц, рисунков и т.п. (формат А4);
- сдача ВКР на нормоконтроль и оперативное устранение выявленных недостатков;
- получение допуска к защите ВКР.

Получению допуска к защите ВКР предшествует выполнение вышеупомянутых условий, наличие заполненного научным руководителем **задания**, **отзыва** по типовой форме и **рецензии**. В отзыве руководителя дается оценка выполненной выпускной квалификационной работы, указывается её актуальность, степень проработанности и прочее.

Требования к объёму, структуре и содержанию ВКР складываются из следующих позиций и должна характеризоваться:

- четкой целевой направленностью;
- логической последовательностью материала;
- краткостью и точностью формулировок;
- конкретностью изложения результатов работы;
- доказательностью выводов и обоснованностью рекомендаций;
- грамотным изложением и оформлением.

Квалификационная работа должна соответствовать требованиям:

♦ рассматривать проблему, не получившую достаточного освещения в литературе (новую постановку известной проблемы);

♦ содержать элементы научного исследования и выполняться на актуальную тему;

♦ отвечать четкому построению и логической последовательности изложения материала;

♦ при проведении выполняться с использованием расчетов экономико-математических методов и моделей, а также специализированных пакетов программ персональных компьютеров;

♦ содержать убедительную аргументацию, для чего в тексте работы необходимо широко использовать графический материал (таблицы и иллюстрации);

♦ завершаться обоснованными рекомендациями и доказательными выводами.

Являясь заключительным этапом обучения студентов в высшем учебном заведении, выполняемая работа имеет следующие цели:

♦ систематизацию, закрепление и углубление теоретических и практических знаний по избранной специальности, применение их для решения конкретных задач;

♦ развитие навыков ведения экологического анализа или исследовательской работы и овладение методикой научного исследования и эксперимента;

♦ развитие навыков обобщения и анализа результатов, полученных другими исследователями или разработчиками,

♦ оценка степени подготовленности выпускника к самостоятельной работе в современных условиях по профилю специальности.

Выбор темы является ответственным этапом подготовки этой работы. *При выборе темы дипломной работы целесообразно руководствоваться следующим:*

- тема должна быть актуальной, соответствовать современному состоянию и перспективам развития науки и техники;
- основываться на выполненных курсовых и научных работах в процессе обучения в ВУЗе;
- учитывать степень разработки и освещенности ее в литературе;
- наличием публикаций по исследуемой проблеме;

- возможностью получения необходимого практического материала в процессе подготовки работы;
- интересами и потребностями предприятия, на материалах которого выполняется работа;
- возможностью проявления способностей студента как исследователя.

Примерная тематика дипломных работ разрабатывается выпускающей кафедрой. Студенту предоставляется право предложения собственной темы дипломного исследования при наличии обоснования актуальности и целесообразности, либо наличия заявки от предприятия на разработку конкретной темы исследования.

Содержание квалификационной работы показывает уровень общетеоретической и профессиональной подготовки студента. По уровню ее выполнения и результатам защиты Государственная экзаменационная комиссия определяет возможность присвоения выпускнику соответствующей квалификации и выдачи диплома (с отличием, без отличия, бакалавра).

Структура квалификационной (дипломной) работы и требования к ее структурным элементам. Она должна включать: а) титульный лист; б) задание; в) реферат; г) оглавление (содержание); д) введение; е) основную часть; ж) заключение (выводы); з) список использованных источников; и) приложения.

Титульный лист является первой страницей работы. Его включают в общую нумерацию страниц отчета. Номер страницы на титульном листе не проставляют.

Задание для выпускной работы оформляется на типовом бланке, подписывается дипломником, руководителем и утверждается заведующим кафедрой.

Реферат должен содержать:

а) сведения об объеме работы (страниц), количестве иллюстраций, рисунков, таблиц, приложений, использованных источников;

б) перечень ключевых слов;

в) текст реферата.

Перечень ключевых слов характеризует основное содержание работы и включает от 5 до 15 слов в именительном падеже, записанных через запятую в строку прописными буквами.

Оптимальный объем текста реферата 1500—2000 печатных знаков (примерно одна страница). Текст реферата должен отражать тему, предмет, характер и цель работы, методы исследования, полученные результаты и их новизну, степень внедрения и рекомендации по внедрению, технико-экономические и социальные характеристики.

Номера страниц на "Задание" и "Реферат" не ставятся, в общую нумерацию страниц включается только "Реферат".

В оглавлении (содержание) последовательно перечисляются заголовки представленной работы: введение, номера и заголовки раздели подразделов,

заключение, список использованных источников и приложения с указанием номера страницы, на которой помещен каждый заголовок.

Обязательное требование - повторение в заголовках оглавления (содержания) названий разделов, представленных в тексте, в той же последовательности и соподчиненности.

Все заголовки в содержании записывают строчными (первая - прописная).

Последнее слово каждого заголовка соединяют отточием с соответствующим номером страницы, на которой расположен заголовок. Номер страницы проставляют справа арабской цифрой без буквы "с" и знаков препинания.

Слово "оглавление (содержание)" записывают в виде заголовка (симметрично тексту) прописными буквами.

Во введении раскрывается значение избранной темы и проблем, рассматриваемых в работе, обосновывается актуальность и важность темы, формулируются цель исследования. Излагается краткая характеристика объекта исследования. Отражается также уровень теоретической разработки проблемы, ее новизна. Производится критический обзор современного состояния и освещения исследуемой темы в литературных источниках, обобщаются и оцениваются точки зрения различных авторов по теме исследовании. Приводятся используемые в работе методы решения выдвинутых проблем.

Основная часть выпускной квалификационной (дипломной) работы может содержать две - три главы, каждая их которых может состоять из разделов, подразделов, а последние в свою очередь могут быть разбиты на пункты.

Объем работы – для выпускной квалификационной работы до 50 - 60, для дипломной работы до 70 - 80 страниц печатного текста, выполненного через 1,5 межстрочных интервала.

Работа в обязательном порядке должна быть сброшюрована в твердой обложке. В некоторых случаях по решению кафедры ВУЗа могут быть прописаны иные требования по оформлению выпускных квалификационных работ.

Изложенные требования следует строго соблюдать уже на этапе подготовки «чернового» варианта выпускной квалификационной работы. После подготовки «чистового» варианта необходимо еще раз отредактировать текст, устранить опечатки. Далее следует проверить логику работы - насколько точен смысл абзацев и отдельных предложений, соответствует ли содержание глав их заголовкам.

Затем следует проверить, нет ли в работе пробелов в изложении и аргументации, устранить стилистические погрешности, обязательно проверить точность цитат и ссылок, правильность оформления, обратить внимание на написание числительных и т.д. Лишь после такой корректуры следует сделать окончательный вариант работы.

Тщательная и грамотная обработка текста выпускной квалификационной работы свидетельствует об ответственности автора за представляемый

материал, его уважении к руководителю, рецензенту и членам аттестационной комиссии, оценивающим работу. Окончательно оформленная выпускная квалификационная работа должна быть сброшюрована. На первой странице студент ставит свою подпись.

Наряду с оформленной и сброшюрованной выпускной квалификационной работой студент представляет на защиту (с обязательной собственной подписью и подписью руководителя работы) тщательно оформленные демонстрационные плакаты (или сброшюрованный раздаточный материал), экземпляры которого передаются каждому члену аттестационной комиссии.

Назначение демонстрационных плакатов и раздаточного материала – это акцентировать внимание членов аттестационной комиссии и присутствующих на результатах, полученных студентом при выполнении выпускной квалификационной работы. Вместе с тем, как свидетельствует практика, наличие демонстрационных плакатов или раздаточного материала помогает студентам во время защиты более конкретно и связно изложить содержательную часть своего доклада.

Демонстрационные плакаты (формат А0) и раздаточный материал (формат А4) должны быть тщательно оформлены. На них отражаются схемы, графики, диаграммы, таблицы и другие данные, характеризующие результаты выпускной квалификационной работы. При этом содержание демонстрационных плакатов и раздаточного материала должно быть органически связано с содержанием выпускной квалификационной работы.

Все выносимые студентом на защиту демонстрационные плакаты (в уменьшенном виде) и компьютерные распечатки материалов из раздаточного материала обязательно должны присутствовать (дублироваться) в соответствующих разделах выпускной квалификационной работы.

Не допускается представление на защиту выпускной квалификационной работы демонстрационных плакатов и раздаточного материала, по своему содержанию **не связанных непосредственно с текстом доклада**, а как бы оживляющих и украшающих доклад или свидетельствующих о широте кругозора студента.

Также не допускается представление на защиту демонстрационных плакатов и информации в раздаточном материале, на которые студент не делает ссылок в докладе.

В большинстве случаев для иллюстрации результатов выполненной выпускной квалификационной работы достаточно 4 - 6 плакатов или чуть большего числа страниц компьютерных распечаток в раздаточном материале.

Подготовка к защите выпускной квалификационной работы представляет собой важную и ответственную работу. Важно не только написать высококачественную работу, но уметь квалифицированно ее защитить.

Студент, получив положительный отзыв о выпускной квалификационной работе от научного руководителя, рецензента и допуск к защите, должен

подготовить доклад (до 10 минут), в котором четко и кратко излагаются основные положения ВКР. Для успешной защиты необходимо хорошо подготовить доклад.

Доклад следует начинать с обоснования актуальности избранной темы, описания научной проблемы и формулировки цели работы, какие методы были использованы при исследовании рассматриваемой проблемы, а затем в последовательности, установленной логикой проведенного исследования, по главам раскрывать основное содержание работы, обращая особое внимание на наиболее важные разделы и интересные результаты, критические сопоставления и оценки.

Заключительная часть доклада строится по тексту заключения выпускной квалификационной работы, перечисляются общие выводы из ее текста без повторения частных обобщений, сделанных при характеристике глав основной части, собираются воедино основные рекомендации.

Доклад не должен быть перегружен цифровыми данными, которые приводятся в случае необходимости для доказательства или иллюстрации того или иного вывода.

Вместе с тем, следует помнить еще несколько правил, касающихся защиты:

- внешний вид должен подчеркивать торжественность момента в жизни выпускника, отвечать правилам делового этикета;
- выпускник должен излагать основное содержание своей выпускной квалификационной работы свободно, не читая письменного текста;
- в процессе доклада следует использовать заранее подготовленный демонстрационный материал, иллюстрирующий основные положения работы;
- студент должен строго придерживаться временного регламента (до 10 минут), которые ему отведены на доклад по теме ВКР.

5.6 Общие рекомендации по подготовке магистерской диссертации

5.6.1 Выбор темы, планирование работы

Тема - это не просто название диссертации. Тема – это намечаемый результат вашего исследования, направленный на решение конкретной проблемы. Поэтому в первую очередь следует определить проблему, на решение которой Вы собираетесь потратить свои силы и время. **Проблема** - это неблагополучное положение в какой-либо области деятельности, т.е. расхождение между ожидаемым и фактическим состоянием дела.

Четко определите **объект** и **предмет** исследования. Чаще всего объект - это система любого уровня иерархии; **предмет**- это соответствующая сфера деятельности объекта. Значит, цель вашего исследования состоит в решении научной проблемы путем совершенствования выбранной сферы деятельности

конкретного объекта. Определите с самого начала хотя бы "пункт назначения" - и вы достигнете его гораздо быстрее.

Глубокое изучение литературы позволяет получить информацию о современном состоянии исследуемой проблемы, данные о результатах "чужих" поисков и выявить "белые пятна" в общей проблеме, которые могут стать предметом диссертационной работы.

Не следует стремиться к особой оригинальности и выбирать тему из области, в которой никто не работал.

Необходимо определить, кому, когда и для чего понадобится ваша работа, где и в какой срок ее можно будет реализовать. Докажите актуальность решаемой проблемы.

Нужно привести неопровержимые аргументы, что выполненные ранее исследования не разрешили проблему, поставленную в вашей планируемой работе.

Тема может в дальнейшем уточняться и конкретизироваться, так же, как и название работы. Коллекционируйте все формулировки, записывайте их на отдельных карточках и храните.

Не опасайтесь, что кто-нибудь пишет подобную вашей работе такую же тему. Опыт показывает, что не могут два человека, не связанные друг с другом, одинаково разрешить одну проблему.

Оцените имеющиеся возможности, чтобы в срок разрешить выбранную вами проблему или хотя бы внести существенный вклад в ее разрешение, т. е. в общих чертах представьте себе оптимальные пути для этого.

Напишите оглавление с названием глав, разделов и количеством страниц, отводимых для них. Такой план укажет вам, как следует распределить материал.

В процессе работы развивайте, уточняйте, детализируйте план работы. В идеале нужно прийти к такому подробному и детально разработанному плану, который позволил бы оформить материал, начиная с любой главы раздела, причем делать все в окончательном виде.

Когда вы выбрали тему и составили первый вариант плана (оглавления) работы, необходимо составить укрупненный план работы над ней. Составьте жесткий план-график написания разделов, глав и работы в целом. Не "застревайте" на первой главе, как можно скорее завершите работу, ибо только тогда можно будет оценить ваше исследование в целом и устранить недостатки.

В укрупненном плане укажите основные разделы (главы) работы и более подробно изложите материал частей (разделов, подразделов, пунктов), которые понятны и известны вам с самого начала работы. В нем не нужна жесткая фиксация содержания и объемов разделов. По мере выполнения исследования часть разделов будет расти, а некоторые окажутся малозначительными или даже несостоятельными. Отметьте в первоначальном плане календарные сроки ближайших очевидных работ. Выделите среди них

наиболее важные. Изобразите это в виде наглядного рисунка. Отметьте в плане пожелания к дальнейшей работе.

Сбор информации. Источников информации бесконечное множество, поэтому используйте библиографические издания.

К таковым относятся реферативные журналы и разнообразные каталоги. Ознакомьтесь с библиографическими изданиями и выберите то, что вам подходит.

Получите консультацию у библиографа о правилах поиска литературы, попросите старших товарищей поделиться опытом.

Шире используйте разнообразные источники устной информации. Они обычно содержат существенную новизну по сравнению с печатными, однако менее удобны для передачи и воспроизведения.

Работая с литературой, помните, что в монографиях, изданных в текущем году, опубликованы результаты исследований двух и более лет давности. Самая свежая информация может быть получена из газет, журналов, отчетов о проведении НИР и др. Выделите время для систематической работы над этими источниками.

Составьте "цитатник", куда вносите выписки прочитанной литературы, которые могут быть использованы в вашей работе.

Работая с литературой, обращайте внимание на:

* общую характеристику вашей области исследования, значение последней в науке и актуальности стоящих перед этой областью задач;

* классификацию основных направлений исследований в данной области, практически используемые и находящиеся в процессе разработки направления, различные точки зрения на разрешаемые проблемы;

* результаты существующих исследований по каждому разделу классификации, по используемому методу;

* применяемый научный аппарат.

Критически проанализируйте эти материалы и выработайте конкретные предложения и замечания.

Постарайтесь научиться быстрому чтению для того, чтобы в результате можно было ответить на вопрос: стоит ли данную статью или книгу внимательно изучать?

При работе с литературой удобно пользоваться карточками, в которые, помимо библиографических данных, записываются краткая аннотация статьи или книги, ваше отношение к ней, возможности использования в работе.

Просмотрите всю известную литературу по вашей теме и составьте на нее карточки, а затем переходите к подробному изучению отобранных источников. Не доверяйте своей памяти, делайте пометки и замечания на карточках.

Стремитесь ознакомиться с оригиналом, с осторожностью отнеситесь к цитатам из него, приводимым другими авторами.

Приступая к глубокому изучению отобранной литературы, переходите от простого материала к более сложному. Лучше начинать с книг, а потом

переходить к статьям, вначале изучить отечественные источники, а затем – иностранные.

При чтении отобранной литературы делайте заметки (желательно на одной стороне листа стандартного формата), это позволит в дальнейшем компоновать материал в любом порядке.

Собранную информацию группируйте по главам, разделам будущей работы. Удобно использовать для этих целей папки.

Собирайте информацию по теме, не ограничивайте свои интересы только исследуемой областью.

Работа над источниками. Приступая к работе над своей темой, не думайте, что она будет состоять лишь из непрерывной и приятной серии открытий.

При выполнении большой работы старайтесь освободиться от мелких посторонних дел. Не делайте несколько дел одновременно. Но это не означает, что не стоит совмещать сложную и простую (особенно механическую) работу. Постарайтесь найти индивидуальные принципы организации работы.

Не бойтесь слова "невозможно". Если задача возникла, значит, есть и условия для ее решения. Никогда не останавливайтесь перед чем-нибудь только из-за того, что другие за это уже брались, поэтому постарайтесь определить, чем ваши условия и ваш подход отличаются от предшествовавших.

Не нужно бояться критического восприятия чужих мыслей и идей. Используя накопленные знания, попытайтесь найти собственные пути научного поиска.

Четко определите цель выполняемой работы и не перегружайте ее ненужным материалом. Не старайтесь включить туда все, что вы знаете. Оставьте только то, что "работает" на тему. Постоянно задавайте себе вопрос: "Нужен ли мне этот материал (тезис, вывод, таблица, источник) для решения поставленной задачи?" И всегда помните, что приведенные в работе иллюстрации и фактический материал (схемы, графики, рисунки, таблицы) должны сопровождаться описанием отображенных в ней фактов, тенденций, закономерностей.

Все основные положения работы должны иметь доказательства, подтверждены либо цифрами и фактами, установленными вами, либо ссылками на источники, где эти доказательства приведены. Эти материалы могут быть приведены в приложении.

Избегайте тривиальных промежуточных исследований и теоретической части. Даже применительно к основным разделам исследований следует быть предельно экономным в изложении, избегать повторений, объяснений прописных истин.

В работе должна быть доказана новизна полученных результатов по сравнению с имеющимися исследованиями.

Полученный результат необходимо критически оценить в сравнении с известными решениями по всем аспектам, в числе, безусловно, и по эффективности.

Вы должны очень жестко оценить свою работу и очень хорошо знать все ее недостатки, чтобы отстоять ее и защитить.

В работе вы должны четко указать, какие результаты получены лично вами или в соавторстве, а какие заимствованы у других авторов (с соответствующими ссылками).

Написание работы. Начинайте писать, как только накоплен материал по очередному разделу. Используйте целевой подход, т.е. определите цель, результат, к которому вы должны прийти. Сформулируйте примерные выводы. Составьте план параграфа.

Первоначально не надо много времени тратить на формулировки: поменьше обращайте внимания на литературную сторону. Вы еще не раз вернетесь к началу и по ходу дела улучшите стиль вашего изложения.

Выбирайте знакомые вам слова. Старайтесь делать фразы простыми и ясными, тем более что и писать таким образом значительно легче.

Текст пишите на стандартных листах бумаги с одной стороны, оставляя поля по краям (слева - побольше). Не нужно в данном случае экономить бумагу. Если в процессе работы накапливается большое количество исправлений, вставок, дополнений, перепишите все заново. Эта не лишняя трата времени: переписывая, вы можете обнаружить всякие несуразности, невидные в перечеркнутом тексте.

Обработка рукописи. Работа над рукописью начинается с общей оценки ее построения. Следует посмотреть, насколько логично и последовательно изложен материал, достаточно ли аргументированы отдельные положения, выделены ли основные, удалось ли отчетливо показать, что нового несет в себе работа. С особой тщательностью проверяются все формулировки и определения.

После устранения структурных дефектов можно приступать к оценке объема приводимых в работе материалов и степени подробности их изложения.

Следующий этап - проверка правильности оформления рукописи.

Здесь все должно быть сделано в соответствии с определенными правилами. Касаются они фактически всех элементов рукописи: ее рубрикации, ссылок на источники, цитирования, составления библиографических указателей, оформление таблиц и иллюстративных материалов и т. д.

Заключительный этап - литературная правка. Основными ее задачами являются: достижение единства стиля изложения; подготовка соображений по поводу того, как должен излагаться текст и какие потребуются в нем выделения; проверка правильности орфографии и пунктуации.

И наконец, перепечатка текста набело. Желательно, чтобы перед перепечаткой вся работа была закончена, так как печатание ее по частям

всегда связано с последующими переделками, когда станут обнаруживаться те или иные неувязки в тексте.

Обсуждение полученных результатов. Чтобы убедиться в правильности своих идей и ценности получаемых результатов, используйте все возможные формы представления материалов работы на суд научной общественности: выступления на конференциях, семинарах, публикация статей, и т. д.

Если вам предстоит выступать перед аудиторией, помните: за 5 минут можно изложить самую сложную мысль. Сначала коротко сформулируйте самую суть - на это понадобится 1 минута. Затем подтвердите главную мысль цифрами и комментариями — на это уйдет 4 минуты.

Сумейте даже в недоброжелательной критике в ваш адрес, отбросив тенденциозность, отыскать рациональное зерно и устранить указанные недостатки.

Выслушивайте чужие рекомендации, взвешивайте, является ли советчик специалистом, понимающим тонкости и проблемы, или он просто любитель давать советы.

При обсуждении работы с научным руководителем вы сами должны показать свои знания, умения, способности и талант. От научного руководителя не ожидайте ничего, кроме отдельных идей и консультаций.

Тщательно готовьтесь к встречам с научным руководителем. Формулируйте заранее конкретные вопросы. Учитесь слушать и делать пометки для запоминания.

Оформление работы. Она должна показать ваше умение сжато, логично и аргументированно излагать свои мысли. Поэтому добейтесь, чтобы между главами и параграфами четко просматривалась связь, была видна логика исследования. Каждый тезис должен "работать" на конечный результат, обосновывая, доказывая его объективность и необходимость.

При перепечатке работы помните о том, что на одной странице следует разместить не более 3 - 4 абзацев. Это облегчает чтение работы и позволяет разделить ее на фрагменты.

Название исследования окончательно формулируйте после окончания работы над ней. Оно должно точно отражать содержание исследования и его основные результаты. Не перенасыщайте название сложной терминологией, не стремитесь придать ей наукообразный характер.

Избегайте слишком длинных названий. В крайнем случае, длинное название целесообразно сформулировать в виде двух предложений: в первом сформулировать суть работы, а во втором - объект приложения результатов исследований.

Выводы формулируйте в трех основных направлениях:

* новизна;

* возможности и результаты экспериментального (или широкого, если эксперимент уже проводился) применения;

* степень соответствия теоретических результатов экспериментальным данным и причинам расхождения.

Обязательно указывайте ограничения, при которых справедливы ваши выводы, иначе могут быть перечислены и такие условия, при которых они не только неверны, но даже вредны.

Приучите себя пользоваться безличной формой изложения. Такой стиль наиболее характерен для научной литературы, т. е., скажем, вместо выражений "мною доказано" или "я получил" следует использовать обороты "в работе доказано" или "в результате можно получить".

Выводы по каждой главе должны быть краткими, с конкретными данными о результатах. Из формулировок должны быть исключены общие фразы, ничего не значащие слова.

Выводы по всей работе составляйте на основе выводов по главам. Дайте в них ответы на вопросы, поставленные в работе. Объем заключения не должен превышать **двух** страниц.

5.7 Подготовка докладов

Результаты научно-исследовательской работы должны стать достоянием многих специалистов. Поэтому они должны быть соответствующим образом оформлены. Научно-техническая информация, как правило, доводится до широких слоев специалистов двумя способами: устно (в виде лекций, докладов, сообщений) и письменно в виде статей, пояснительных записок, отчетов. Устное сообщение (доклад) и печатная публикация (статья) имеют свои специфические особенности.

Учитывая время, необходимое для подготовки к публикации статей, тезисов, докладов, очень важно, чтобы они вышли в свет к моменту защиты.

Прежде чем приступить к написанию доклада, разработайте его план и уясните, кому и для чего она нужна.

План может иметь следующий вид:

а) проблема и ее связь с практическими задачами;

б) нерешенные части общей проблемы;

в) цель вашей работы, т. е. какое именно "белое пятно" общей проблемы вы намерены ликвидировать;

г) изложение собственного материала исследования;

д) выводы по данному исследованию;

е) перспективы дальнейшей работы.

Необходимо учесть, что за 10 минут можно изложить материал объемом не более четырех страниц машинописного текста.

Широкое использование иллюстрированного материала (плакатов, слайдов и т. п.) позволяет на 20—30% сократить время доклада.

5.8 Требования к оформлению и печатанию рукописи

Оформление текста – это одна из важнейших стадий работы над рукописью дипломной или диссертационной работы. Придание соответствующей формы тексту работы имеет принципиальное значение, поскольку рукопись – это формальное квалификационное сочинение и его оформление должно соответствовать общепринятым требованиям. Причем определенные элементы оформления нельзя откладывать «на потом», то время, когда текст уже в своей основе уже будет написан. Об оформлении нужно думать по ходу работы над темой, в процессе создания черновой рукописи. Ведь любая квалификационная работа состоит не только из текстовой части, но и включает в себя формулы, приложения, таблицы, диаграммы, графики, иллюстрации. Все эти виды материалов должны быть представлены в дипломной работе, диссертации в соответствии с требованиями, предъявляемыми к работам, направляемым к публикации.

Тщательно оформленная рукопись – это вежливость к самому себе. Небрежно оформленная работа вызовет раздражение у первого читателя – рецензента – и может настроить его на критический лад.

При редактировании собственного текста нет необходимости править его каракулями. Не надо жалеть своего труда, перепечатайте работу еще раз и убедитесь, что появятся места, где вам захочется изменить текст, внести весьма ценные добавления, более точные формулировки, желание изъять то или иное слово или фразу.

После перепечатки материала, внимательно проверьте, нет ли ошибок. Особенно тщательно проверьте цифровой материал. Форма таблиц в тексте должна быть унифицирована. Если есть в таблице прочерки, поясните, что они означают, нет данных, отсутствуют определения и т.д.

Аббревиатуры (буквенные сокращения) использовать только общепринятые. В случае нестандартного сокращения выражений, необходимо привести их полный список в начале текста. По *возможности* их надо *избегать,* такой «птичий язык» сильно затрудняет чтение.

При многократной переделке рукописи много допускается ошибок в библиографии. При работе над рукописью, лучше пользоваться такой практикой, когда на каждый источник заводится своя карточка, ее удобно переставлять местами, изымать или заменять другими. Переносить библиографию с карточек на бумагу удобно только при окончательной перепечатке.

С библиографией лучше работать по Гарвардской системе (фамилии авторов и годы в тексте) в начале работы над текстом, а затем можно перейти на нумерационную. И только в последнем варианте замените фамилии и годы в тексте номерами (если это требуется). Необходимо помнить о точности ссылок, ими будут пользоваться другие и не надо вынуждать их искать несуществующие статьи, монографии и т.д.

Печатание текста производится в соответствии с требованиями **ГОСТа**.

Текст должен быть распечатан на компьютере на одной стороне стандартного листа белой **односортной бумаги** (формата А4) через два интервала (**1,5 интервала в текстовом процессоре** Word 6/7 for Windows'95/98). Широко используемыми шрифтами являются: Times New Roman Cyr, Courier New Cyr (кегль 14).

Поля **левое - 30 мм, правое – 10 мм, верхнее – 20 мм, нижнее – 20 мм.** Поля слева оставляют для переплета, справа – для того, чтобы в строках не было неправильных переносов. При таких полях каждая страница текста содержит приблизительно 1800 знаков (30 строк по 60 знаков в строке, считая каждый знак препинания и пробел между словами также за печатный знак).

Рукопись распечатывается строго в последовательном порядке. Не допускаются разного рода текстовые вставки и дополнения, помещаемые на отдельных страницах или на оборотной стороне листа, и переносы частей текста в другие места.

Все *сноски и подстрочные примечания* печатаются на той странице, *к которой они относятся* (тем же шрифтом, что и основной текст, но меньшим кеглем – 10-ым).

Все страницы нумеруются, начиная с титульного листа (на титульном листе номер страницы не ставится). Цифру, обозначающую порядковый номер страницы, ставят в середине верхнего поля страницы.

Каждая глава начинается с новой страницы. Это правило относится к другим основным структурным частям работы: введению, заключению, библиографическому списку, приложениям, указателям.

Расстояние между **названием главы** и последующим **текстом** должно быть **равно двум интервалам**. Такое же расстояние выдерживается между заголовками главы и параграфа. Расстояния между основаниями строк заголовка принимают такими же, как и в тексте. Точку в конце заголовка, располагаемого посредине строки, не ставят. Не допускается подчеркивание заголовков и перенос слов в заголовке.

Фразы, начинающиеся с новой (красной) строки, печатают с абзацным отступом от начала строки, равным 8-12 мм.

Формулы подготавливаются в специальной компьютерной программе или **вписываются в тексте тщательно** и **разборчиво** от руки черными чернилами или чертежной тушью. Прописные и строчные буквы, надстрочные и подстрочные индексы в формулах должны обозначаться четко. Рекомендуются следующие размеры знаков для формул: прописные буквы и цифры 7 - 8 мм, строчные 4 мм, показатели степеней и индексы не менее 2 мм.

Таблицы, рисунки, чертежи, графики, фотографии как в тексте диссертации, так и в приложении должны быть выполнены **на стандартных листах** размером 210 х 297 мм (формат А4) или наклеены на стандартные листы белой бумаги. Подписи и пояснения к фотографиям, рисункам помещаются с лицевой стороны.

Рукопись, рисунки, фотографии должны быть без пометок, карандашных исправлений, пятен и загибов, не допускаются набивка буквы на букву и дорисовка букв чернилами. Количество исправлений должно быть не более пяти на страницу и вноситься от руки чернилами черного цвета.

Оформление (библиографии) списка использованной в работе литературы производится в алфавитном порядке в соответствии со следующими требованиями. В заголовке основной записи приводят имя только одного автора. Сведения об ответственности содержат информацию о лицах и организациях, участвовавших в создании данного произведения.

Первым сведениям об ответственности предшествует знак косая черта (/), последующие группы сведений отделяют друг от друга точкой с запятой (;). Однородные сведения внутри группы отделяют запятыми.

При описании книги, монографии, реферата диссертационной работы, брошюры, то есть любого издания, имеющего одно тематическое направление, год издания, указывается общее количество страниц, после чего ставиться прописная буква «с».

Более сжато, требования к оформлению выпускных квалификационных работ представлены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 - Унифицированные требования к оформлению выпускных квалификационных работ

Объект унификации	Предмет унификации
1	2
Формат листа бумаги	А4
Размер шрифта	14 пунктов
Название шрифта	Times New Roman
Междустрочный интервал	Полуторный
Количество строк на странице	28 - 30 строк
Абзац	1,5 см (5 знаков)
Поля (мм)	Левое - 30, верхнее - 20, нижнее - 25, правое - 10
Общий объем без приложений	48-58 страниц машинописного текста
Объем введения	1 - 3 стр. машинописного текста
Объем основной части	40 -50 стр. машинописного текста
Объем заключения	2-4 стр. машинописного текста (примерно равен объему введения)

продолжение табл. 5.1

1	2
Нумерация страниц	Сквозная, в нижней части листа, по середине. На титульном листе номер страницы не проставляется
Последовательность приведения структурных частей работы	Титульный лист. Задание на выполнение выпускной квалификационной работы. Содержание. Введение. Основная часть. Заключение. Список использованных источников. Список сокращений. Приложения
Оформление структурных частей работы	Каждая структурная часть начинается с новой страницы. Наименования приводятся с абзаца с прописной (заглавной) буквы. Точка в конце наименования не ставится
Структура основной части	2 - 3 главы соразмерные по объему
Состав списка использованных источников	25 - 50 и более информационных источников, в зависимости вида ВКР (бакалавр, магистрант, специалист)
Оформление содержания (оглавление)	Содержание (оглавление) включает в себя заголовки всех разделов, глав, параграфов, глоссарий, список использованных источников, список сокращений, приложений с указанием страниц начала каждой части

Вопросы самопроверки

1. Композиция научного произведения
2. Что преследует краткий обзор литературных источников?
3. В чем особенность заключительной части научного труда?
4. Что такое рубрикация текста?
5. Особенности написания введения, методики, результатов?
6. Что такое иллюстрация, ее составляющие
7. Распространенные ошибки при написании научного текста
8. Виды квалификационных работ
9. Каких правил нужно придерживаться при подготовке доклада выступления?
10. Требования к оформлению и печатанию рукописи

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Одним из средств повышения качества подготовки будущих специалистов в высших учебных заведениях является приобщение студентов к научно-исследовательской работе, так называемая научно - исследовательская работа студентов (НИРС). В связи с этим важным звеном в подготовке к этой работе является изучение студентами дисциплины по организации научных исследований.

Современный выпускник вуза должен быть подготовлен так, чтобы всегда быть готовым идти в ногу с прогрессом науки и технологий, его образование должно воспитывать в нем способность, как к интеллектуальному творчеству, так и к интеллектуально активному восприятию сделанного другими. Современная жизнь предъявляет повышенные требования к специалистам в плане подготовленности к добыванию, умению и передачи знаний. В решениях многочисленных международных конференций, проводимых в рамках ЮНЕСКО по линии ООН отмечается, что в области образования выдвигается тезис о постоянном самообразовании, самосовершенствовании.

В связи с этим, материалы для изучения в рамках дисциплины «Организация научно – исследовательских работ в области природопользования и охраны природы» у студентов бакалавриата направления подготовки 022000.62 Экология и природопользование подготовлены с учетом вышеупомянутых особенностей.

Подробно описан процесс познания, его характеристика, уровни, функционирование науки как таковой, особенности научного исследования, в том числе по экологии и природопользованию. По организации научных исследований в Российской Федерации в расширенном формате представлены основные нормативно – правовые документы, регламентирующие научную деятельность, там же приведены государственные, федеральные целевые программы по основным научным направлениям.

Планирование и проведение экспериментальных исследований требует глубокой проработки и соблюдения студентами основных требований научного аппарата, методологических подходов для их успешной реализации.

Без математической обработки невозможна квалифицированная оценка и трактовка полученных экспериментальных данных. Многие эффекты (факты) в экологических экспериментах, и не только в них, не имеют строгий функциональный характер, а проявляются в среднем для массива наблюдений. И эти эффекты математически должны быть доказаны (достоверность полученных данных). В этой главе большое внимание отводится корреляционно – регрессионному анализу. Опыт показывает, что студенты недостаточно уделяют внимания этой группе методов, хотя преимущества их использования при обобщении результатов, установлении закономерностей, очевидны. При работе с большим массивом данных корреляционный – регрессионный анализ позволяет выявить очень четко

тренды (тенденции) движения исследуемого фактора, тогда как анализ явлений только чисто визуально по цифровому материалу всегда весьма затруднителен. Поэтому, на конкретном примере пошагово расписана процедура анализа и построения зависимостей по интересующим нас факторам. Необходимо отметить еще и то, что собранный материал этой главы выступает как дополнение к материалам изучаемых в рамках дисциплины «Статистические методы обработки данных» реализуемый в рамках этого направления подготовки бакалавров. Математический аппарат данной главы с успехом может быть использован и при изучении блока профессиональных дисциплин, в частности Б.3.Б.4 Модуль «Прикладная экология».

Конечным результатом любого исследования является научный труд в виде статьи, монографии или же выпускной квалификационной работы или диссертации. Научный текст обладает академическим консервативным стилем, где довольно жестко прописаны условия и требует соблюдения определенных правил по композиции, объему глав, по работе и оформлению литературы по теме исследования. Существует своя «технология» написания научного труда, где очень часто допускаются ошибки, которые мешают раскрытию и восприятию читателями конкретной работы по сути исследования.

Знания и навыки, приобретенные в ходе изучения этой дисциплины, всегда будут востребованы в последующие годы обучения, например, при выполнении письменных работ (подготовка рефератов, слайд – презентации, докладов выступлений, тезисов докладов, статьи для студенческих конференций и т.д.). Объем таких работ значителен в высшей школе. Знания по этой дисциплине пригодятся и при подготовке и выполнении выпускных квалификационных работ, а также при учебе в магистратуре (проведение экспериментов, подготовка и написание магистерской диссертации).

Закреплению полученных знаний, наряду со всем остальным материалом, помогут тренинг – тесты, что, в конечном счете, все это способствует формированию профессиональных компетенций и позволит в дальнейшем выпускнику состояться как успешный высококвалифицированный профессионал.

ТРЕНИНГ–ТЕСТЫ

Тест-задание для проверки остаточных знаний для входного, промежуточного и итогового контроля

А) Форма: закрытая

Указания для студентов: Все задания имеют 4 варианта ответа, из которых правильный, или же правильный и наиболее полный ответ только один. Номер выбранного Вами ответа обвести кружочком в бланке для ответов.

1. Познание (сущность)

а) процесс движения человеческой мысли от незнания к знанию

б) объективная деятельность человека

в) выработка практических действий

г) накопление, размножение знаний

2. Наука (сущность):

а) определенная деятельность, направленная на реализацию практических задач

б) особый рациональный способ познания мира

в) проверка теоретических выкладок на практике

г) деятельность, направления на реализацию перспективных задач, стоящих перед обществом, государством

3. Правильность научных знаний проверяется:

а) логикой

б) практикой

в) доказательностью

г) законом

4. Законы науки:

а) варианты объяснения фактов

б) совокупность понятий, имеющих постоянное значение

в) скорректированные положения отдельных фактов

г) перечень понятий, суждений, имеющих определенный алгоритм решения

5. Характерные черты науки:

а) отрасль культуры

б) специальный институт

в) процесс производства знаний, отрасль культуры, один из важных факторов общественного развития

г) все представленные выше черты

6. Отличительные черты науки (2):

а) фрагментарна

б) фрагментарна, обезличена

в) фрагментарна, общезначима, незавершенна

г) фрагментарна, общезначима, незавершенна, критична

7. Отличительные черты науки (3):

а) преемственна, критична, рациональна, чувственна

б) преемственна

б) преемственна, критична

г) преемственна, критична, постоянна

8. Научное исследование (2):

а) особый вид познавательной деятельности

в) диагностика, анализ

б) диагностика

г) проектирование

9. Отличительные особенности научного познания (1):

а) наличие специальных методов

в) наличие специальных методов, воспроизводимостью полученных результатов

б) распознавание состояния обследуемого объекта

г) воспроизводимостью полученных результатов, наличие специальных методов, диагностика обследуемого объекта

10. Отличительные особенности научного познания (2):

а) новизна полученных результатов

в) новизна, точность, воспроизводимость полученных результатов, диагностичность

б) точность полученных результатов

г) новизна, точность, воспроизводимость полученных результатов

11. Отличительные особенности научного познания (3):

а) точность, новизна полученных результатов, творчество, целенаправленный процесс, с четко сформулированными задачами

в) точность полученных результатов

б) новое освещение ранее рассмотренных вопросов

г) точность, новизна полученных результатов, целенаправленный процесс, диагностическое обследование

12. Научное исследование характеризуется:

а) строгой доказательностью

в) строгой доказательностью, последовательностью, обоснованностью выводов

б) последовательностью

г) обоснованностью выводов, строгой доказательностью, формальным обобщением

13. Методология научного исследования:

а) учение о структуре деятельности

в) учение о средствах деятельности

б) учение о структуре, логической организации, методах и средствах деятельности

г) учение о логической организации

14. Методология науки дает:

а) характеристику компонентов научного исследования

в) предмета анализа

б) определение объекта

г) совокупность исследовательских средств

15. Методологический аппарат науки включает:

а) принцип организации и проведения исследования

в) тактические средства исследования

б) способы определения стратегии исследования

г) принцип организации исследования, стратегию, тактику, понятийно-категориальную систему научного исследования

16. Методы научного познания:

а) всеобщие

в) всеобщие, общенаучные, формализованные, абстрагированные

б) всеобщие, общенаучные

г) всеобщие, общенаучные, частнонаучные

17. Общенаучные методы эмпирического уровня:

а) наблюдение

в) эксперимент, наблюдение, измерение

б) наблюдение, анализ

г) наблюдение, эксперимент, формализация, измерение

18. Общенаучные методы теоретического уровня:

а) абстрагирование

в) индукция, дедукция, синтез, анализ, эксперимент

б) абстрагирование, идеализация, формализация, индукция, дедукция

г) аналогия, моделирование

19. Требования, предъявляемые к научному методу:

а) детерменированность, заданность, результативность, воспроизводимость, обучаемость, экономичность

в) экономичность, воспроизводимость, заданность, исключительность, последовательность, фрагментарность

б) воспроизводимость, последовательность

г) результативность, фрагментарность, экономичность

20. Общий ход научного исследования:

а) обоснование актуальности темы

в) выбор методов исследования, оценка результатов, определение объекта, предмета исследования

б) описание процесса исследования

г) описание процесса исследования, обсуждение результатов, классификация источников, определение объекта и предмета исследования, постановка цели, аксиоматизация исследовательских операций

21. Мег(т)атеоретический уровень общенаучного метода включает:

а) теоретический уровень

в) теоретический уровень, системный анализ

б) теоретический уровень, анализ, синтез, эксперимент

г) системный анализ, аналогия, моделирование, эксперимент

22. Научные исследования классифицируются по:

а) значимости в жизни общества

в) видам связи с общественным производством, их важности, целевому назначению, источникам финансирования, длительности

б) степени важности для народного хозяйства

г) источникам финансирования, целевому назначению

23. Фундаментальные исследования – это:

а) капитальные

в) открытие новых и изучение сложных явлений, законов природы, принципов исследования

б) ориентированно фундаментальные

г) имеющие наибольшую степень неопределенности

24. К специальным видам научно-технической информации относятся:

а) нормативно-техническая документация, рефераты

в) нормативно-техническая документация, стандарты, инструкции, методические указания

б) стандарты, инструкции, обзоры, реферативные журналы

г) технические условия, обзорные статьи, дайджест листы

25. В Российской Федерации государственных академий:

а) 3

в) 1

б) 6

г) 8

26. Программа фундаментальных научных исследований РФ выполняется за счет финансирования:

а) государственные академии, вузовская наука

в) государственные академии, вузовская наука, РФФИ, РГНФ, отраслевая наука,

б) РФФИ, РГНФ, отраслевая наука,

г) военные, общественные науки, государственные академии, вузовская наука, РФФИ, РГНФ, отраслевая наука

27. В Республике Башкортостан приняты научные программы:

а) отходы

в) Экология и природные ресурсы, РФФИ «Агидель»

б) сохранение редких видов животных

г) водные ресурсы, леса, поддержка особоохраняемых территорий

28. Планирование научного исследования:

а) составление плана эксперимента

в) составление технико-экономического обоснования (ТЭО)

б) составление алгоритма всего

г) сложный процесс поиска места

исследования
коллектива в научном пространстве

29. Технико-экономическое обоснование научного исследования:

а) предплановый документ
в) обоснование необходимости проведения исследования, на основе литературного обзора и с раскладкой ожидаемых экономических эффектов.

б) предплановый документ с экономической раскладкой
г) целесообразность проведения исследования

30. При выборе темы исследования необходимо использовать:

а) каталоги защищенных диссертаций, авторефератов
в) консультации с ведущими учеными

б) обзоры достижений науки, написанные ведущими специалистами
г) использовать все возможные пути

31. Стратегия исследования включает компоненты:

а) актуальность темы
в) актуальность, противоречие, проблема, цель

б) проблемы, противоречие
г) цель, актуальность, противоречие, объект, практическая значимость

32. Актуальность темы вызвана:

а) востребованностью, многопрофильностью проблемы
в) сложностью проблемы

б) личным интересом исследователя
г) необходимостью преодоления проблемной ситуации, которая обосновывается при всестороннем анализе литературы или указывается в директивных документах государства

33. Противоречие:

а) выясняется при анализе актуальности темы
в) это нарушенные связи

б) нарушенные связи, слабое звено между элементами системы, требующие устранения
г) эта проблема исследования

34. Проблемы исследования:

а) часть противоречия
в) непреодолимое препятствие

б) попытка осмысливания слабого звена противоречия
г) одна из сторон противоречия, требующая осмысления и решения

35. Проблема возникает тогда, когда:

а) не определен алгоритм движения
в) новые знания не достаточны

б) старые знания обнаружили свою не состоятельность
г) новые факты не укладываются в рамках прежних теоретических представлений

36. Проблема может быть снята:

а) исследователем, при его познавательном интересе, либо по
в) познавательным интересом исследователя

заданию заказчика после установления реального наличия, выделения проблемной ситуации, анализа литературы и бесед с экспертами-учеными

б) заданием исследователю извне каким-либо заказчиком

г) вычленением наиболее существенных известных элементов проблемной ситуации

37. Цель исследования:

а) продолжение поставленной проблемы, поиск ответа на вопросы задачи исследования

в) продолжение проблемы, предвидение результата исследования

б) некоторый образ будущего

г) анализ поставленной задачи

38. Тактика исследования включает следующие компоненты:

а) установление операции, включающей установление объекта, предмета, гипотезы, методик и задач исследования

в) практические действия для получения значимых результатов

б) системы практических действий

г) серия операций, конкретизирующих и уточняющих исследовательскую деятельность

39. Объект и предмет исследования соотносятся:

а) как частное и общее

в) общее и частное, целое и часть

б) общее и частное

г) часть и целое, частное и общее

40. Задачи исследования – это:

а) исследовательские действия, которые необходимо выполнить для достижения поставленной в работе цели, решение проблемы или для проверки сформулированной гипотезы

в) разработка новой методики

б) определяется ступенька поиска

г) компоновка цели с определенной направленностью

41. Научной новизной могут быть:

а) методы исследования

в) эмпирическое подтверждение научного факта

б) все факты, явления, методы, которые ранее не изучались или не опровергались

г) выявленные факты

42. Практическая значимость:

а) на основе полученных данных можно решить теоретическую задачу

в) возможность решения практической задачи на основе полученных данных и нового методического подхода

б) использование новой методики

г) внедрение результатов исследования

43. Предметом защиты исследования являются:

а) доведение до членов комиссии результатов исследования

в) краткий доклад, аннотация

б) научная новизна и практическая значимость работы представленная в устной и (или) письменной форме

г) рукопись представленная оппоненту

44. Примерная структура экспериментального исследования состоит из:

а) введения, экспериментальной части, выводов

в) библиографии, экспериментальной части, заключения, обзора литературы, введения и приложения

б) введения, главы 1,2,… n_i, выводов и списка литературы

г) введения, методики исследования, результатов исследования, обсуждения, заключения, библиографии, приложения

45. Выборочное наблюдение – это:

а) способ несплошного наблюдения

в) 1/10 совокупности

б) способ несплошного наблюдения, отобранный по определенным правилам

г) 1/20 совокупности

46. Степень изменчивости свойств параметров, явлений обозначается:

а) вариацией

в) корреляцией

б) ковариацией

г) отклонением

47. К абсолютным показателям вариации относятся:

а) размах вариации

в) дисперсия, линейное отклонение, размах вариации, среднеквадратичное отклонение

б) размах вариации, среднее линейное отклонение

г) размах вариации и среднеквадратичное отклонение

48. Среднеквадратичное отклонение:

а) среднее из абсолютных значений отклонений отдельных вариант от их средний

в) квадрат отклонений отдельных вариантов от их суммы

б) среднеарифметическое значение изучаемых фактов, явлений процессов

г) количественная вариация отдельных компонентов от их совокупности

49. Дисперсия, ее измерение – это:

а) сумма отклонений отдельных вариантов от средней арифметической

в) измерение дисперсии, как и измерение самого признака

б) отображение величины, равной среднему значению квадрат отклонений отдельных значений признаков от средней арифметической

г) возведение показаний отдельных признаков в квадрат

50. Среднеквадратичное отклонение (1):

а) относительное стандартное отклонение

в) $\sigma=\sqrt{\Sigma(x - x_{сред})^2 /n}$

б) квадратный корень вариации
г) мера рассеивания случайных переменных

51. Признак, под действием которого изменяется другой, называется (1):

а) факторным
в) корреляционным
б) сателлитом
г) зависимым

52. Признак, изменяющийся под воздействием факторного, называется (2):

а) сателлитом
в) результативным
б) ведомым
г) зависимым

53. Связи между различными признаками могут быть:

а) функциональными – неполными
в) функциональными – полными, корреляционными, статистическими – неполными
б) функциональными, статистическими
г) статистическими – полными

54. В экологических, биологических живых системах в большинстве случаев между различными признаками существует:

а) неполная связь
в) прямая функциональная связь
б) функциональная связь
г) неполная, статистическая – корреляционная связь

55. Термин «корреляция» был введен (1):

а) К.Линней
в) Гальтон, Пирсон
б) Ж.Б. Ламарк
г) А.Тенсли

56. Корреляция означает (2):

а) отношение взаимозависимости, соответствие
в) соответствие первого признака к последующим
б) отношение соподчиненности
г) жесткой привязанности одного признака к другому

57. Чтобы определить наличие корреляционной связи, необходимо:

а) установить значения ***x*** и ***y***
в) сопоставить две параллельные ряды
б) составить таблицу
г) проделать все возможные операции, включая графические, для того, чтобы определить соответствие изучаемых, сравниваемых признаков

58. Корреляционная связь может быть:

а) прямолинейной
в) возрастающей, убывающей
б) прямолинейной, криволинейной
г) возрастающей, убывающей, также как криволинейной и криволинейной

59. При каком коэффициенте корреляции связь считается хорошей (1):

а) 0,81
в) 0,86
б) 0,62
г) 0,59

60. По тесноте связи коэффициенты корреляций делятся на группы (3):

а) 2
в) 4
б) 3
г) 5

61 Задачи корреляционного анализа (1):

а) изучение взаимосвязи
в) выбор типа модели

б) измерение тесноты связи между варьирующими признаками и оценка факторов, оказывающих наибольшее влияние на результативный признак

г) расчет пика функции

62. Задача регрессионного анализа (2):

а) выбор типа модели

б) установление влияния одного фактора на другой

в) установление формы связи

г) установление коэффициента корреляционного отношения

63. Коэффициент парной корреляции применим (1):

а) при линейной зависимости

б) при криволинейной зависимости

в) для определения функциональной зависимости

г) когда доказана необходимость

64. Корреляционное отношение характеризует тесноту связи (2):

а) парной корреляции

б) криволинейной зависимости

в) по возрастанию ***y***

г) по количеству сопоставимых признаков

65. Прямолинейной считается связь, когда (1):

а) величина функции **y** изменяется приблизительно равномерно

б) от величины ***x*** сильно зависит функция ***y***

в) ***x*** и ***y*** сильно зависят друг от друга

г) происходит неравномерное изменение ***x*** от функции ***y***

66. Коэффициент детерминации R^2, это:

а) индекс корреляции, возведенный в квадрат

б) коэффициенты парной и криволинейной связи в сумме

в) корреляционное отношение

г) коэффициент адекватности уравнения регрессии

67. Уравнениями аппроксимации эмпирических данных могут быть следующие зависимости (1):

а) линейная

б) показательная

в) степенная

г) линейная, показательная, степенная

68. Уравнениями аппроксимации эмпирических данных могут быть следующие зависимости (2):

а) логарифмическая, логистическая.

б) логистическая, параболическая

в) параболическая, линейная, показательная

г) гиперболическая, показательная, логарифмическая, параболическая, линейная, степенная

69. Для нахождения параметров уравнения регрессии используют метод:

а) наименьших квадратов

б) полином

в) квадратичных отклонений

г) визуально-графический

70. Авторское свидетельство, документ удостоверяющий:

а) право его обладателя на получение прибыли

в) право обладателя авторства на изобретение или открытие

б) право обладателя за ним авторства и предоставления прав и льгот с передачей государству исключительного права

г) финансовый документ, для составления налоговой декларации

71. Патент, документ, удостоверяющий:

а) исключительного правообладателя на изобретение

в) госрегистрацию изобретения или открытия

б) обязанность выплаты госпошлины

г) наряду с авторским свидетельством, необходимый документ для составления налоговой декларации

72. В составе Роспатента имеются (1):

а) Институт интеллектуальных технологий, Высшая патентная палата

в) Федеральный институт промышленной собственности, Российская академия интеллектуальной собственности, ФГУП «ИНИЦ»

б) Апелляционная палата, Высшая патентная палата

г) Институт интеллектуальной собственности, Институт информатики

73. В составе Роспатента имеются (2):

а) Федеральный институт промышленной собственности, Высшая патентная палата

в) Федеральный институт промышленной собственности, Российская академия интеллектуальной собственности, ФГУП «ИНИЦ»

б) Институт информатики, Институт новых технологий

г) Апелляционная палата, Институт и центр патентов

74. Патентная информация обладает:

а) оперативностью, систематичностью

в) оперативностью, полнотой сведений, достоверностью, новизной

б) полнотой сведений

г) оперативностью, глубиной, патентной чистотой

75. Информационные источники:

а) информационные источники и ресурсы

в) книга, сборник, вторичные источники

б) материальный объект, содержащий научно-техническую информацию и предназначенный для ее хранения и использования

г) первичные источники, наряду с брошюрой или монографии

76. Документами, представляющими информацию, могут быть:

а) текстовые, графические, аудиовизуальные, машиночитаемые

в) текстовые, первичные, разработанные

б) графические, технологические

г) первичные, чертежи, схемы

77. Научно техническая информация может быть представлена:

а) первичными документами

в) первичные и вторичные

б) непосредственные результаты исследования

г) новые научные факты, несколько первичных документов

78. Первичные и вторичные документы представлены:

а) опубликованными изданиями

в) опубликованными (изданиями) и непубликуемыми

б) непубликуемыми источниками

г) документами ценнейшей информации

79. Вторичные документы и издания подразделяются на:

а) обзорные, резюмирующие

в) реферативные, справочные, аналитические, резюмирующие

б) справочные, аналитические, раздельные

г) справочные, обзорные, библиографические, реферативные

80. Информационными источниками являются:

а) научно-техническая информация

в) Интернет

б) патентная информация

г) все виды информации, представленные в системе госинформационного обеспечения

Б). Форма: открытая

Указания для преподавателя: Открытая форма тестового задания выполнена в виде закрытой формы, с учетом того, что в случае необходимости эти задания легко можно преобразовать в закрытую форму.

Указания для студентов: Структура тестового задания сохранена по закрытой форме. Для выполнения задания по открытой форме, в варианте с правильным ответом, допишите пропущенные слова по смыслу в предложении ответа.

81. Отличительные черты науки (1):

а) универсальна

в) универсальна, фрагментарна, обезличена

б) универсальна, обезличена

г) универсальна, фрагментарна, обезличена, многофакторна

82. Научное исследование (1):

а) процесс выработки новых знаний

в) производительная сила

б) процесс выработки знаний, один из видов познавательной деятельности

г) процесс выработки знаний, специальная инфраструктура

83. Познавательный цикл метода науки (1):

а) проблема (1)

в) проблема (1) → проблема (2)

б) проблема (1) → процедура построения теоретических знаний

г) проблема (1) → теоретические знания → эксперимент → проблема (2)

84. Научные исследования по целевому назначению подразделяются на:

а) фундаментальные, прикладные, разработки

в) особо важные

б) комплексные, общегосударственные

г) прикладные, ориентированно

фундаментальные

85. Интерполяция – это:

а) исследовательская задача определения неизвестных промежуточных значений признака внутри динамического ряда

в) суммация результирующего признака

б) трактовка эмпирических данных

г) распространение промежуточного значения признака за пределы динамического ряда

86. Экстраполяция – это:

а) наблюдение за динамическим рядом

в) определение максимальных значений функции

б) определение количественных характеристик для совокупностей или явления за пределы, не подвергавшихся наблюдению

г) определение минимальных значений факторного признака

87. Открытие, изобретение – это:

а) произведение, которое вносит существенный вклад в духовный мир человечества

в) новые технологии, изменяющие представления об уровне развития производства

б) труд, химическое соединение

г) явления материального мира, вносящие коренные изменения в уровень познания

88. Под охрану со стороны государства по авторскому праву подпадает:

а) идея

в) результат творческой деятельности в объективной форме

б) машина, технология, высказанная мысль

г) идея, машины, чертеж, документы

89. Книга – это текстовое издание:

а) с объемом свыше 48 стр.

в) с объемом свыше 4 стр.

б) непериодическое издание объемом свыше 48 стр.

г) с объемом свыше 4, но более 48 стр.

90. Читательские каталоги, носящие справочно-рекомендательный характер, бывают:

а) алфавитный, операционный

в) алфавитный, систематический, алфавитно-предметный

б) систематический, предметный, аналитический

г) алфавитный, предметный, реферативный

В) Форма: соответствия

Указания для студентов: Расставьте слова, цифры или значения в правильной логической последовательности или же выбрать пары из двух множеств объектов.

91. Уровни научной методологии:

а) высший

б) высший, I-й,

в) высший, I-й, II-й,

г) дисциплинарный, философский, общенаучный, междисциплинарный, в отдельной науке

92. Познавательный цикл метода науки (2):

а) установление эмпирических фактов

б) установление эмпирических фактов → формулировка гипотезы

в) их обобщение→ формулировка гипотезы →эмпирические факты → случаи их отклонения → логический вывод (дедукция)

г) отклонение эмпирических фактов → гипотеза → логический вывод → эмпирические факты

93. Научный аппарат исследования позволяет разработать:

а) стратегию

б) тактику

в) тактику, самоэкспертизу, стратегию

г) самоэкспертизу, стратегию, тактику, актуальность

94. Коэффициент корреляции изменяется в пределах:

а) от 0 до – 1

б), до – 1, от 0, до + 1, от 0,

в) от –1 до + 1

г) от 0 до + 1

95. Корреляционная связь с коэффициентами (выбрать пределы колебания): (2):

а) слабая, – хорошая, – отличная –

б) 0,61; 0,30; 0,40;

в) 0,81; 0,83, 0,31;

г) 0,80; 0,90; 0,60

96. Криволинейной называется связь, когда (2):

а) неравномерное изменение, происходит, от изменения значений **x,** функции **y**

б) применятся уравнение третьего порядка

в) при увеличении функции ***y,*** значение ***x*** либо возрастает, либо убывает

г) трудно уловить тенденцию изменения результирующего признака

97. Монография, это:

а) всестороннее исследование одной проблемы

в) принадлежащая одному или нескольким авторам книга или брошюра, содержащее всестороннее исследование одной проблемы или темы

б) книга или брошюра, содержащий ряд произведений	г) реферат, с полным изложением материала одним автором

98. Научные исследования классифицируются:

по степени важности, целевому назначению, источнику финансирования, длительности ведения	долгосрочные, разработки, ориентированно фундаментальные, фундаментальные, прикладные, госбюджетные, хоздоговорные, поисковые, научно-исследовательские, опытно-конструкторские, решение конкретных задач

99. Структура экспериментального исследования:

Заключение, Введение, Глава 1, Глава 2, выбор направления, алгоритм решения	Обзор литературы, Экспериментальная часть, обсуждение результатов, подзаголовки по .. . . ., цель, методика, планирование эксперимента, результаты исследования, библиография, приложение

100. Соотношение отдельных компонентов экспериментального исследования, % :

стратегия, обзор литературы, тактика, самоэкспертиза исследования, экспериментальная часть, выводы	35, 40, 60, 85, 70, 30, 33, 65

1.

Приложения

Приложение А

Список грантообразующих организаций, фондов, действующих на территории России

Фонд	Электронный адрес
Российский фонд фундаментальных исследований (РФФИ)	http://www.rfbr.ru/
Российский гуманитарный научный фонд (РГНФ)	http://www.rfh.ru
Американский благотворительный фонд поддержки информатизации образования и науки	http://www.inffond.ru/
Совет по грантам президента РФ	http://grants.extech.ru/z_otch2004.php?mlevel=610
Благотворительный фонд «Научное партнерство»	http://www.spfond.ru/
Международный благотворительный научный фонд имени К. И. Замараева	http://www.catalysis.nsk.su/foundation/fond.html#fond
Международный благотворительный фонд имени Д. С. Лихачева	http://www.lfond.spb.ru
Международный фонд «Поколение»	http://www.pokolenie-fond.ru/
Неправительственный экологический фонд имени В. И. Вернадского	http://www.vernadsky.ru/
Российский фонд технологического развития	http://www.rftr.ru/
Фонд поддержки образования и науки (Алферовский фонд)	
Фонд содействия отечественной науке	http://www.science-support.ru/
Ford Foundation (Фонд форда)	http://www.fordfound.org/global/office/index.cfm?office=Moscow
Фонд «Научный потенциал»	http://www.hcfoundation.ru/
Информационная система «Наука и инновации»	http://www.rsci.ru/innovate/
Челябинский научный центр	http://www.csc.ac.ru

Приложение Б

Фонды, поддерживающие научные исследования по естественным наукам, в том числе и экологической направленности[x]

Название фонда	Направление курирования	Электронный адрес
1	2	3
Фонд Бентона	Программы направлены на заботу о детстве, охрану здоровья, ***защиту окружающей среды.***	http://www.benton.org
Совет Доноров Чикаго	Совет поддерживает программы по ***защите окружающей среды***, образованию, развитию коммуникационных технологий, проблемам детства, социальных меньшинств и др.	http://www.uic.edu/donors
Earthwatch International	Фонд поддерживает программу по устойчивому развитию - организовывает экспедиции в разные страны, в том числе в Россию.	http://www.gaia.earthwatch.org
Фонд Азии	Проблемы женщин, политика, международные инициативы, государство и общество, ***экология***.	http://www.asiafoundation.org
National Research Council	Научные исследования, образование, ***экология*****,** медицина, здоровье, технологии.	http://www.nas.edu
Фонд Братьев Рокфеллер	Сбалансированное природопользование, международная безопасность, некоммерческий сектор, образование, Нью-Йорк, Южная Африка.	http://www.rbf.org/rbf
Фонд Джона Д. и Катрин Т. Макартуров	Здоровье, население, общественные инициативы, реформы в образовании, стипендии, исследования - для граждан США. Программа *по* ***охране окружающей среды*** - по всему миру.	http://www.macfdn.org
Всемирный Фонд Дикой Природы	Фонд поддерживает проекты преимущественно по ***охраняемым территориям, в т.ч. российским***.	http://www.panda.org

Примечание: курсивом выделены экологические направления

1	2	3
Агентство США по международному развитию	Независимое агентство Правительства США. Поддержка следующих направлений деятельности: демократия, население и здоровье**, *охрана окружающей среды***, развитие связей, малый бизнес.	http://www.info.usaid.gov
Фонд Эндрю Меллона	Культура, искусство, ***охрана окружающей среды,*** население, стипендии.	http://www.mellon.org/awmf.html
The Center for Field Research	Предоставляют гранты на проекты в области точных, ***естественных*** и гуманитарных наук.	http://www.earthwatch
Агентство международного развития Канады	***Устойчивое развитие, охрана окружающей среды.***	http://www.acdi-cida.gc.ca
Фонд охраны окружающей среды	Фонд финансирует проекты по охране окружающей среды.	http://www.lgu.ac.uk/consfnd.htm
Сеть священной Земли	Проект "Телекоммуникации для окружающей среды" - поддержка ***природоохранных организаций*** бывшего Советского Союза	http://www.cci.glasnet.ru/INDEX.HTM
Всемирный Фонд Дикой Природы	Фонд поддерживает проекты по ***охраняемым территориям***.	http://www.cci.glasnet.ru/INDEX.HTM
Российский фонд фундаментальных исследований (РФФИ)	Поддерживает фундаментальные исследования, направленные на получение новых научных знаний ***о природе, человеке и обществе***.	http://www.rfbr.ru
Фонд Элтона Джонса	Финансирует проекты по ***охране окружающей среды***.	http://www.wajones.org
Японское Общество Диких Птиц	Изучение и ***охрана диких птиц***.	http://www.kt.rim.or.jp/japan
Фонд Натана Каммингса	Фонд финансирует программы по **экологии.**	http://www.2nature.org/ncf.html
Фонд Видена	Основная цель фонда - ***сохранение биоразнообразия.***	http://www.weedenfdn.org/index.html
Фонд Рокфеллера	Приоритетные программы фонда - глобальная ***защита окружающей среды***, сельское хозяйство, охрана здоровья, население	http://www.rockfound.org/choices.htm
Исследовательский институт природных систем (ИИПС)	Поддержка оказывается ***экологическим*** некоммерческим организациям.	http://www.esri.com/index.html
Международное Общество охраны фауны и флоры	***Сохранение видов животных и растений.***	http://www.wcmc.org.uk/ffi

1	2	3
Американская Служба Рыбы и Дичи	Направление деятельности фонда - ***сохранение, защита***, *размножение рыбы и дичи*. Основные приоритеты: миграция птиц, виды, подвергающиеся опасности, некоторые морские млекопитающие, пресноводная рыба, ***загрязнения окружающей среды.***	http://www.fws.gov
Европейский научный фонд	Фонд осуществляет поддержку ученых, предоставляет ученым возможность общения по сетям по следующим областям: физические и инженерные науки, медицина, гуманитарные науки, социальные науки, ***естественные науки***.	http://www.esf.org
Фонд Ч. и А. Линдбергов	Гранты предоставляются в следующих категориях: сельское хозяйство, ***сохранение природных ресурсов, (включая растительный и животный мир, водные ресурсы, экология)***, образование (гуманитарные науки, искусство, установление межкультурных связей, исследования в области культуры); охрана здоровья, ***сокращение и использование отходов.***	http://www.mtn.org/lindfdtn
Фонд мира Сасакавы	Фонд поддерживает программы некоммерческих организаций в Японии и других странах, а также исследования в области политики, экономики, ***охраны окружающей среды;*** обучение.	http://www.spf.org
Американский фонд охраны окружающей среды и здоровья	Финансируют исследования и образование в области ***охраны окружающей среды.***	http://www.aehf.com
Фонд Тернера	Фонд поддерживает программы в области ***возобновления и сохранения энергии (международная программа), предохранения морских бассейнов от различного рода загрязнений (США), леса и мест обитания (США, Россия),*** **политики в** ***области роста населения*** (международная программа).	http://www.turnerfoundation.org/index.html

1	2	3
Мильеконтакт - Восточная Европа	Организация поддерживает неправительственные ***экологические организации*** путем предоставления финансовой помощи, организации курсов, учебных программ и консультативной деятельности.	http://www.cci.glasnet.ru/INDEX.HTM
Фонд Готтлиба Даймлера и Карла Бенца	Немецкий фонд. Развитие знаний и достижений в области человеческих отношений, ***экологии,*** новых технологий, экономики путем финансовой поддержки организаций.	http://www.duplox.wz-berlin.de/foundation.html
Фонд семьи Рокфеллеров	Образование, экономика, ***экология.***	http://www.rffund.org
Европейский Союз	Направления поддержки - энергетика, образование, ***охрана окружающей среды,*** пр.	http://www.europa.eu.int/index.htm
Центр развития образования	Совместные исследования. Образование, здоровье, новые технологии, права человека, ***охрана окружающей среды***.	http://www.edc.org
Королевское общество	Поддерживает проекты в области ***естественных*** и прикладных наук, выдает гранты, стипендии, присуждает премии.	http://www.britac3.britac.ac.uk/rs
ИСАР	Московский офис ИСАР основан в 1993 г. для поддержки неправительственных экологических организаций (НПО) на всей территории России.	http://www.cci.glasnet.ru/~ISAR
Всемирный экологический фонд	***Охрана окружающей среды***.	http://www.worldbank.org/~hdg1909.htm
Шведский Совет по естественным наукам	Поддержка научных исследований в области математики и ***естественных наук***.	http://www.nfr.se
Региональный экологический центр	Направление деятельности - ***экология.*** Поддержка *экологов* из стран Центральной и Восточной Европы, в том числе Россия, Украина.	http://www.rec.org/Defauit.shtml

Приложение В

Примеры оформления библиографических источников

Книга *одного автора*. В заголовке приводят Фамилию, Имя, Отчество автора и повторяют при ссылке на ответственность в порядке Имя, Отчество, Фамилия.

Иванов, А.А. Статистический анализ данных на компьютере /А.А. Иванов. – М.: Знание, 2004. – 528 с.

Книга ***двух авторов***. В заголовке приводят имя только одного автора. Перечисление всех авторов.

Иванов, А.А. Статистический анализ данных на компьютере /А.А. Иванов, Б.Б. Петров. – М.: Знание, 2004. – 528 с.

Книга ***трех авторов***. В заголовке приводят имя только одного автора. Перечисление всех авторов.

Иванов, А.А. Статистический анализ данных на компьютере /А.А. Иванов, Б.Б. Петров, В.В.Сидоров. – М.: Знание, 2004. – 528 с.

Книга ***четырех авторов***. Заголовок на имя авторов не применяется, библиографическую запись составляют под заглавием. Все четыре имени приводятся в первых сведениях об ответственности.

Статистический анализ данных на компьютере /А.А. Иванов, Б.Б. Петров, В.В. Сидоров, Г.Г.Смирнов. – М.: Знание, 2004. – 528 с.

Книга ***пяти авторов***. Заголовок на имя авторов не применяется, библиографическую запись составляют под заглавием. В первых сведениях об ответственности приводят фамилии трех авторов и слово «др.».

Статистический анализ данных на компьютере/А.А. Иванов, Б.Б. Петров, В.В. Сидоров, и др. – М.: Знание, 2004. – 528 с.

Аналогично оформляются монографии.

Сборники. В случае ссылки на направление работ, а не отдельно взятой статьи сборника ссылку об ответственности делают на редактора-составителя.

Биология и математика. Статистический анализ данных на компьютере: Сб. научных трудов /Под ред. А.А. Иванова. – М.: Знание, 2004. – 528 с.

Диссертации. Иванов, А.А.Биология и математика. Статистический анализ данных на компьютере: Дис….канд. биол. наук.10.02.04 /А.А. Иванов. – М., 2002. – 170 с.

Автореферат. Иванов, А.А. Биология и математика. Статистический анализ данных на компьютере: Автореф. дис….канд. биол. наук.10.02.04/А.А. Иванов. – М., 2002. – 24 с.

Отдельный том многотомного издания. Иванов, А.А. Биометрия: в 3 т.: Учебник для студ. высших учебных заведений. Т. 3. Биология и математика /А.А. Иванов. – М., 2002. – 528 с.

Составная часть документа. *Статья из* ***журнала.*** Журнал является периодическим изданием и выделяется двойной косой чертой (//) Страницы статьи указываются через тире после заглавной буквы «С.».

Иванов, А.А. Статистический анализ данных на компьютере /А.А. Иванов // Биология. – 2005. – № 3. – С. 42–47.

Статья из ***газеты***. Газета является периодическим изданием и выделяется двойной косой чертой (//). Дается ссылка на дату выхода в свет цитируемой статьи.

Иванов, А.А. Статистический анализ данных на компьютере /А.А. Иванов // Российская газета. – 2005. – 30 янв.

Статья из ***сборника***. Сборник является периодическим изданием и выделяется двойной косой чертой (//). Если сборник стал результатом работы конференции (симпозиума, конгресса…) дается ссылка на дату проведения конференции.

Иванов, А.А. Статистический анализ данных на компьютере /А.А. Иванов // Развивающее обучение. – М., 2004. – 528 с.

Иванов, А.А. Статистический анализ данных на компьютере / А.А. Иванов // Развивающее обучение. Актуальные вопросы психологической службы: Материалы Всеросс. науч. - практ. конф. Москва 17–18 янв. 2004 г. М., 2004. – С. 5–8.

Законодательные материалы. Российская Федерация. Конституция (1993). Конституция Российской Федерации: офиц. текст. – М.:Маркетинг, 2001. – 39 с.

Стандарты. ГОСТ 7.53–2001. Издания. Международная стандартная нумерация книг. – Взамен ГОСТ 7.53 – 86; введ. 2002–07–01. – Минск: Межгос. Совет по стандартизации, метрологии и сертификации; М.: Изд-во стандартов, 2002. – 3 с.

ГОСТ Р 51771 – 2001. Аппаратура радиоэлектронная бытовая. Входные и выходные параметры …. Технические требования. – Введ. 2002 –01 – 01. – М.: Госстандарт России: Изд-во стандартов. 2001. -–IV, 27 с.

Патентная документация. Пат. 218789 Российская Федерация, МПК[7] H04 B 1/38, H 04J 13/00. Приемопередающее устройство Чугаева П.Н.; заявитель и патентообладатель Воронеж. науч.-исслед ин-т связи. – № 200013176/09; заявл. 18.12.00; опубл. 20.08.00; опуб. 20.08 02. Бюлл. № 23 (II ч.). – 3с.

А.с.1009480 СССР, МКИ[3] B 25 J 15/00 Устройство для захвата / В.С.Ваулин, В.Г.Камайкин (СССР). – № 330875/ 25– 08; заяв. 23.11.91; опубл.30.08.83. Бюлл. № 12. – 2 с.

Приложение Г

Нобелевские лауреаты России
(или имеющие российское происхождение) в области естествознания

Год	Ф. И. О.	Сущность работы
	Физика	
1958	Тамм И.Е., Франк И.М., Черенков П.А.	Открытие и создание теории эффекта Черенкова - Вавилова
1962	Ландау Л.Д.	Пионерские исследования по теории конденсированной материи (в особенности жидкого гелия)
1964	Басов Н.Г., Прохоров А.М., Таунс Ч.Х. (США)	Работы в области квантовой электроники, приведшие к созданию генераторов и усилителей нового типа - лазеров
1978	Капица П.Л.	Открытия в области физики низких температур
2000	Алферов Ж.И., Кремер Х. (США)	Исследование полупроводников гетероструктур, используемых в оптоэлектронике
2003	Гинзбург В.П., Абрикосов А., Энтони Леггет	Фундаментальные работы в области квантовой физики, за исследования сверхпроводимости и сверхтекучести
2010	Новоселов К., Гейм А.	Создание графена
	Химия	
1956	Семенов Н.Н., Хиншелвуд С.Н. (Англия)	Исследование механизма химических реакций (цепные реакции)
1977	Пригожин И.Р. (Бельгия)	Термодинамика необратимых процессов
	Физиология и медицина	
1904	Павлов И.П.	Работы по физиологии пищеварения
1908	Мечников И.И., Эрлих П. (Германия)	Работы по исследованию механизма иммунитета
	Экономика	
1973	Леонтьев В.В. (США)	Метод «затраты - выпуск» и его применение к важным экономическим проблемам
1975	Канторович А.В.	Математические теории управления экономикой

СОДЕРЖАНИЕ

		стр
	МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПЛАНЕ……..	3
	ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ КУРСА……...	3
	Цели изучения дисциплины……..	3
	Основные задачи дисциплины…….	4
	ПЕРЕЧЕНЬ ЗНАНИЙ И УМЕНИЙ…….	4
	ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЕ БАКАЛАВРИАТА…….	5
	ТЕМАТИЧЕСКОЕ СОДЕРЖАНИЕ КУРСА……..	6
	Основная литература…….	6
	Дополнительная литература…….	6
	Интернет ресурсы……..……...	8
	СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ……	8
ГЛАВА 1.	**МЕТОДЫ НАУЧНОГО ПОЗНАНИЯ**…….	12
1.1	Наука, научное исследование, сущность, особенности ……	12
1.2	Общенаучные методы познания……..	20
1.2.1	Эмпирический уровень…….	20
1.2.2	Теоретический уровень…….	26
1.3	Современные тенденции развития научной мысли……	29
ГЛАВА 2.	**ОРГАНИЗАЦИЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**……..……..	34
2.1	Классификация научных исследований……..……...	34
2.2	Основные нормативно – правовые документы, организующие и регламентирующие научную деятельность…….	38
2.3	Реализация государственных научных программ……..	41
2.3.1	Российская академия наук……..…….	68
2.3.2	Академия наук Республики Башкортостан……..……...	70
2.4	Логика процесса научного исследования……	75
2.5	Планирование научных исследований……	78
2.5.1	Технико – экономическое обоснование научного исследования……..	79
2.6	Научные исследования в области экологии и природопользования……..	84
2.6.1	Методы исследования в экологии……	88
ГЛАВА 3.	**ПЛАНИРОВАНИЕ И ПРОВЕДЕНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ РАБОТ**……	94
3.1	Методический замысел исследования и его основные этапы...	94
3.2	Планирование экспериментальных исследований…….	97
3.3	Организация экспериментальной работы……	101
3.4	Информационные источники……...	104
3.4.1	Поиск научно-технической информации……...	104
3.4.2	Патентная документация……....	115

ГЛАВА 4. **МАТЕМАТИЧЕСКАЯ (СТАТИСТИЧЕСКАЯ) ОБРАБОТКА ДАННЫХ**…… 122
4.1 Первичная обработка экспериментальных данных…… 122
4.2 Корреляционный анализ……... 126
4.3 Регрессионный анализ…….. 138
4.4 Математическое планирование эксперимента…… 151
ГЛАВА 5. **ЛИТЕРАТУРНОЕ ОФОРМЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ ИССЛЕДОВАНИЯ**..…… 154
5.1 Методика работы над рукописью исследования……..... 155
5.1.1 Композиция научного произведения……... 155
5.2 Приемы изложения научных материалов…… 162
5.3 Язык и стиль научной работы……..... 164
5.4 Особенности и часто допускаемые ошибки при работе рукописью научного труда……... 172
5.5 Формы оформления результатов работы..…….. 179
5.5.1 Научно – технический отчет……..…….. 179
5.5.2 Выпускные квалификационные (дипломные) работы…… 181
5.6 Общие рекомендации по подготовке магистерских диссертаций…… 186
5.6.1 Выбор темы, планирование работ……..... 186
5.7 Подготовка докладов……..…….. 192
5.8 Требования к оформлению и печатанию рукописи…… 193
ЗАКЛЮЧЕНИЕ…… 197
ТРЕНИНГ – ТЕСТЫ.....…… 199
ПРИЛОЖЕНИЯ…… 213
Приложение А…… 213
Приложение Б..…….. 214
Приложение В..…….. 218
Приложение Г…… 220

ИСХАКОВ Фанис Фаннурович
КУЛАГИН Андрей Алексеевич
ЗАЙЦЕВ Глеб Анатольевич

ОРГАНИЗАЦИЯ НАУЧНО – ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РАБОТ В ОБЛАСТИ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ И ОХРАНЫ ПРИРОДЫ

Технический редактор И.В. Пономарев

Лиц. на издат. деят. Б848421 от 03.11.2000 г. Подписано в печать 12.09.2013.
Формат 60Х84/16. Компьютерный набор. Гарнитура Times New Roman.
Отпечатано на ризографе. Усл. печ. л. – 13,6. Уч.-изд. л. – 13,4.
Тираж 150 экз. Заказ №

ИПК БГПУ 450000, г.Уфа, ул. Октябрьской революции, 3а

Ф.Ф. Исхаков, А.А. Кулагин,
Г.А. Зайцев

БГПУ
им. М. Акмуллы

УРБОЭКОЛОГИЯ

Учебное пособие

Уфа 2015

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Башкирский государственный педагогический университет
им. М. Акмуллы»

Ф.Ф. ИСХАКОВ, А.А. КУЛАГИН, Г.А. ЗАЙЦЕВ

У Р Б О Э К О Л О Г И Я

Учебное пособие

УФА 2015

УДК 504.75 (075.8)
ББК 28.080.1я73
И91

Исхаков, Ф.Ф. Урбоэкология [Текст]: учеб. пособие /Ф.Ф. Исхаков, А.А. Кулагин, Г.А. Зайцев. – Уфа: Изд-во БГПУ, 2015. – 223 с.

Учебное пособие по курсу учебной дисциплины «Урбоэкология» разработано в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом для студентов направления 022000.62 Экология и природопользование.

Учебное пособие будет полезно и для магистрантов, аспирантов и соискателей при выполнении исследовательских работ.

Рецензенты:

Абдюкова Г.М., канд. биол. наук, доцент
Уфимского государственного университета экономики и сервиса;
Серова О.В., канд. биол. наук, доцент
Башкирского государственного педагогического университета

ISBN 978-5-87978-922-5

© Исхаков Ф.Ф., Кулагин А.А.,
Зайцев Г.А. 2015
© Изд-во БГПУ, 2015

С О Д Е Р Ж А Н И Е

Место дисциплины в учебном плане…..……..... 5
Цели и задачи курса……. 5
Перечень знаний и умений…….. 6
Требования к результатам освоения дисциплины по образовательной программе бакалавриата…… 7
Тематическое содержание курса…… 7
Основная литература…….... 8
Дополнительная литература…… 8
Словарь терминов……. 9
1. УРБОЭКОЛОГИЯ КАК НАУКА……... 16
1.1 Предмет урбоэкологии…….. 19
1.2 Научные основы урбоэкологии…… 20
1.3 Методологические подходы……. 26
1.4 Понятие и определение города……. 28
2. РАЗВИТИЕ ГОРОДОВ И ГОРОДСКИХ СИСТЕМ…..…… 31
2.1 Города древнего мира и средневековья…….. 31
2.2 Города абсолютизма и индустриальной эпохи…….. 34
2.3 Города постиндустриальной эпохи……. 37
2.4 Формы организации городского пространства……. 40
2.5 Дифференциация городского населения…… 46
3. ГОРОД КАК ЭКОСИСТЕМА…….. 49
3.1 Город – сложная полиструктурная система…….. 49
3.2 Экосистемные характеристики города……..... 50
3.3 Виды и формы расселения……... 58
3.4 Понятие об экополисе…….. 62
4. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ УРБАНИЗАЦИИ…….. 66
4.1 Функциональная оценка города…….. 69
5. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ГОРОДОВ С АБИОТИЧЕСКИМИ КОМПОНЕНТАМИ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ…… 76
5.1 Города и литосфера…….. 76
5.1.1 Геоэкологическая среда…….. 87
5.2 Города и гидросфера……. 93
5.3 Города и атмосфера…….. 101
6. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ГОРОДОВ С РАСТИТЕЛЬНЫМ МИРОМ……. 110
6.1 Значение растительности в городе……. 110
6.2 Функции зеленных насаждений в городе…… 112

6.2.1 Санитарно-гигиенические функции…… 112
6.2.2 Декоративно-планировочные функции……..... 116
6.3 Характеристика городской флоры…….. 117
6.4 Особенности существования растительности в городе…… 120
6.5 Категории озелененных территорий…….. 123
6.6 Взаимоотношения города и природы…… 123
7. Взаимодействие городов с животным миром……. 126
8. Физические факторы городской среды…….. 139
9. Влияние загрязнения городской среды на здоровье населения.. 148
10. СОХРАНЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РАВНОВЕСИЯ……. 153
10.1 Понятие динамического экологического равновесия……..... 153
10.2 Экологически сбалансированная структура урбанизированных территорий…… 157
11. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ КОМПЕНСАЦИЯ……... 165
11.1 Локальные методы…… 165
11.1.1 Охрана почвенного покрова и ландшафта……... 165
11.1.2 Охрана поверхностных и подземных вод……. 176
11.1.3 Охрана воздушного бассейна…… 180
11.1.4 Охрана растительности и животного мира……... 185
11.1.5 Защита окружающей среды от воздействия физических факторов…….. 187
11.2 Территориальные методы экологической компенсации…… 190
11.2.1 Содержание территориально-планировочного метода... 190
11.2.2 Природный каркас района……..... 200
11.2.3 Природный каркас города……... 203
12. ЭКОЛОГИЯ ЖИЛЫХ, ОБЩЕСТВЕННЫХ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ (АРКОЛОГИЯ)…… 208
12.1 Понятие об аркологии и ее содержание…… 208
12.2 «Экологичные» здания……... 210
Тестовое задание…… 215

МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПЛАНЕ

Урбоэкология является обязательной дисциплиной в вариативной части профессионального цикла Основной образовательной программы (ООП) направления подготовки 022000.62 Экология и природопользование и изучается студентами в 6 семестре. Программа, помимо чтения лекций, предусматривает проведение семинарских, практических занятий.

Для успешного изучения учебного материала студенты должны усвоить дисциплины экологического блока, концепцию современного естествознания, ландшафтоведение, экологическое картографирование, ГИС технологии.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ КУРСА

Цели изучения дисциплины

Вступление человечества в постиндустриальную эпоху, развертывание научно-технической революции обусловлены активизацией процессов урбанизации. Эти процессы характеризуются стремительным ростом городского населения, крупных городов и городских агломераций, перенесением всей суммы городских общественных отношений на сельскую местность.

Рост городов и их экономической базы, расширение городских застроенных территорий, увеличение числа автомобилей, средств общественного транспорта, развитие сферы потребления связаны с все большим натиском городов и других населенных мест на окружающую городскую среду.

Отношения между городами, поселками, сельскими населенными пунктами, городскими агломерациями и окружающей их природной средой характеризуются большой сложностью и комплексностью. Целостная система природы неоднородна. Ее составляющие, благодаря сложному составу среды, интенсивности обмена веществом и энергией, многообразным связям, создали саму возможность эволюции природы. Искусственная среда (в том числе городская) также весьма сложна и обладает собственными прямыми и обратными связями, характерными для сложной социально-экономической многоуровневой территориальной системы.

Учитывая все это, а также дальнейшее развитие урбанизации и индустриализации, в градостроительстве необходимо более комплексно рассматривать систему экологических факторов, способствующих нормальному их функционированию в интересах человека, национального

природопользования в деле создания благоприятной среды обитания и повышения качества жизни обитателей Земли.

Целью изучения дисциплины является формирование экологического мировоззрения у студентов, знаний, навыков, позволяющих квалифицированно оценить реальные экологические ситуации, складывающихся во всех подсистемах урбоэкосистемы и принимать необходимые природоохранные решения, с целью улучшения функционирования антропогенно преобразованной природной среды.

Основные задачи дисциплины

Для достижения цели ставятся **задачи:**

- определить место урбанизации в глобальном историческом процессе;
- выявить основные экологические проблемы процесса урбанизации;
- проанализировать городскую среду жизни человека;
- раскрыть особенности функционирования урбоэкосистемы;
- выявить геоэкологические городской жизни.

ПЕРЕЧЕНЬ ЗНАНИЙ И УМЕНИЙ

Студент, успешно освоивший курс дисциплины «Урбоэкология», должен:

знать:

- ❖ основные геоэкологические проблемы урбанизированных территорий;
- ❖ особенности функционирования городских почв, растительности и животного мира города.

уметь:

- ❖ охарактеризовать направленность техногенных воздействий внутри антропогенной экосистемы;
- ❖ ориентироваться в проблемах современных технологий производств;
- ❖ оценивать положительные и отрицательные моменты технического прогресса; охарактеризовать состояние атмосферного воздуха, водных ресурсов, городских почв, растительности, демографической ситуации современного города;
- ❖ применять полученные знания для управленческих решений в области охраны окружающей среды.

владеть:

- ❖ способами обработки научно – технической информации для принятия производственно-управленческих решений; находить и

принимать управленческие решения в области организации труда и осуществлении природоохранных мероприятий;

- ❖ методами решения проблем самостоятельно и в коллективе, связанные с функционированием антропоэкосистемы.

ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЕ БАКАЛАВРИАТА

Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины:

- общекультурные (ОК):

- использовать основные положения и методы социальных, гуманитарных и экономических наук при решении социальных и профессиональных задач, способен анализировать социально значимые проблемы и процессы (ОК – 4).

- профессиональные (ПК):

- имеет базовые общепрофессиональные (общеэкологические) представления о теоретических основах общей экологии, геоэкологии, экологии человека, социальной экологии, охраны окружающей среды (ПК – 4);
- знать теоретические основы экологического мониторинга, нормирования и снижения загрязнения окружающей среды, техногенных систем и экологического риска; обладать способностью к использованию теоретических знаний в практической деятельности (ПК – 7).

ТЕМАТИЧЕСКОЕ СОДЕРЖАНИЕ КУРСА

Учебный материал по дисциплине изложен по 12 темам, в которых раскрыты содержание основополагающих понятий урбоэкологии, особенности функционирования урбоэкосистемы. Показаны исторические особенности образования и формирования городов в различные эпохи. Подробно описаны экосистемные характеристики городов. Сложные взаимоотношения города с различными компонентами окружающей среды, для удобства приведены по отдельным сферам. Учитывая особенности, напряженность городской жизни, ее влияние на природные компоненты окружающей среды, достаточно подробно описаны локальные методы экологической компенсации, позволяющие защитить ее от неблагоприятных факторов различного происхождения. Так же описаны и территориальные методы экологической компенсации. В завершение

учебного пособия представлен материал по аркологии – экологии жилища, производственных помещений зданий с изложением различных видов и типов «экологичных» зданий.

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Владимиров, В.В. Урбоэкология: курс лекций [Электронный ресурс] / В.В. Владимиров. – М.: Изд-во МНЭПУ, 1999. – 204 с.
2. Калыгин, В.Г. Промышленная экология: учебное пособие / В.Г. Калыгин. – М.: Издательский центр «Академия», 2010. – 431 с.
3. Рудский, В.В. Основы природопользования: учебное пособие / В.В. Рудский, В.И. Стурман. – М.: Аспект Пресс, 2007. – 271 с.
4. Сазонов, Э.В. Экология городской среды: учебное пособие / Э.В. Сазонов. – СПб: ГИОРД, 2010. – 312 с.
5. Тетиор, А.Н. Городская экология / А.Н. Тетиор. – М.: Издательский центр «Академия», 2006. – 336 с.
6. Трифонов, К.И. Физико-химические процессы в техносфере: учебник / К.И. Трифонов, В.А. Девисилов. – М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2011. – 240 с.
7. Экология города: учебное пособие / В.В. Денисов [и др.]; под ред. В.В. Денисова. – М.; Ростов-н/Дону, 2008. – 831 с.
8. Экология города: учебное пособие – М.: Научный мир, 2004. – 624 с.
9. Экология России: учебник / под ред. А.В. Смурова, В.В. Снакина – М.: Издательский центр «Академия», 2012. – 352.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

10. Клысов, У.И. Геэкология: учебное пособие / У.И. Клысов – Уфа: БГПУ, 2011. 256 с.
11. Комарова, Н.Г. Геоэкология и природопользование: учебное пособие / Н.Г. Комарова. – М.: Издательский центр «Академия», 2010. – 253 с.
12. Лаппо, Г.М. География городов: учебное пособие / Г.М. Лаппо. – М.: Туманит, ИЦ ВЛАДОС, 1997. – 476 с.
13. Маринченко, А.В. Экология: учебное пособие / А.В. Маринченко. – М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К^{o}», 2012. – 327 с.
14. Николайкин, Н.И. Экология: учебник / Н.И. Николайкин, Н.Е. Николайкина, О.П. Мелехова. – М.: Дрофа, 2009. – 624 с.
15. Основы природопользования: экологические, экономические и правовые аспекты: учебное пособие / А.Е. Воробьев, В.В. Дьяченко, О.В. Вильчинская [и др.]. – Ростов–н/Дону: Феникс, 2006. – 544 с.

16. Перцик, Е.Н. География городов (геоурбанистика) / Е.Н. Перцик. – М.: Высшая школа, 1991. - 320 с.
17. Перцик, Е.Н. Города мира. География мировой урбанизации / Е.Н. Перцик. – М.: Международные отношения, 1999. – 384 с.
18. Природопользование: учебник / Э.А. Арустамов, А.Е. Волощенко, Г.В. Гуськов [и др.]. – М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2007. – 296 с.
19. Шилов, И.А. Экология / И.А. Шилов. – М.: Юрайт, 2013. – 512 с.

СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ

Агломерация – процесс фактического слияния многих городов и населенных пунктов в единое городское население.

Агрохимикаты – удобрения, пестициды, химические мелиоранты, кормовые добавки, предназначенные для выращивания растений и охраны их от вредителей.

Адаптация – совокупность морфофизиологических, популяционных и других свойств живых организмов, обеспечивающих возможность устойчивого выживания в конкретных условиях среды.

Анализ экологического риска – исследования, направленные на определение вероятности проявления риска, возникающего при функционировании городских систем (урбоэкосистем), осуществления какого-либо проекта или проведения определенной политики.

Аналитическая карта – карта, показывающая необобщенные или малообобщенные показатели какого-либо явления (например, карта температуры воздуха) или только отдельные стороны объекта (например, карта экспозиции склонов рельефа).

Атмосферные выпадения (жидкие) – вода и растворенные в ней химические соединения в капельножидком (дождь, морось) и твердом (снег, крупа, град) состоянии, выпадающие на поверхность Земли.

Атмосферные выпадения (*твердые*) – осаждение взвешенных твердых частиц (пыль, пыльца растений, аэрозоли и др.) на поверхность Земли.

Бассейн водосборный, или водосбор – территория, на которой в данную реку или озеро стекают поверхностные и подземные воды.

Биогеохимические аномалии – массовые нарушения развития, роста и функционирования живых организмов, включая человека, наблюдаемые на определенной территории вследствие природных причин или техногенного загрязнения.

Биогеохимический круговорот – циклический процесс перемещения и трансформации химических элементов в пределах биосферы в биогеохимических пищевых цепях живых организмов.

Биологическая продуктивность (биопродуктивность) – способность экосистемы на основе использования вещества и энергии к воспроизводству органического вещества.

Биомагнификация – концентрирование вещества в экосистеме или пищевой цепи, возрастающее на высших (по сравнению с низшими) трофических уровнях.

Биофилы – химические элементы, которые жизненно необходимы организмам и которые накапливаются в этих организмах в гораздо больших количествах, чем в окружающей среде.

Буферность экосистемы и слагающих ее компонентов (почвы, воды, воздух) – способность сохранять свои основные характеристики при внешних воздействиях.

Выветривание химическое – процесс химического изменения горных пород и почвенных минералов под воздействием атмосферных агентов, грунтовых и поверхностных вод, жизнедеятельности организмов и продуктов их разложения.

Геоэкология – наука о пространственно-временных закономерностях взаимодействия сообществ с окружающей средой.

Деградация экосистемы – устойчивое ухудшение свойств экосистемы в результате воздействия природных и антропогенных факторов.

Денитрификация – процесс восстановления микроорганизмами нитритов и нитратов до газообразных соединений азота.

Емкость катионного (анионного) обмена почвы – максимальное количество катионов (анионов), которое может быть удержано почвой в обменном состоянии (ГОСТ 27593-88).

Жесткость воды – свойство воды, обусловленное присутствием в ней солей кальция и магния.

Загрязнение окружающей среды – процесс обратимого и/или необратимого изменения биогеохимических циклов различных элементов в слагающих окружающую среду экосистемах.

Загрязняющее вещество (поллютант) – вещество, способное причинить вред здоровью людей или окружающей среде.

Картографирование – совокупность процессов, методов и технологий создания карт, атласов и других картографических произведений. По масштабу различают крупномасштабное картографирование, среднемасштабное картографирование и мелкомасштабное картографирование; по объекту – астрономическое, планетное и земное картографирование; по методу – наземное, аэрокосмическое, подводное картографирование. Наиболее разнообразны виды (отрасли) тематического картографирования, которые постоянно возникают в ответ на запросы практики (например, туристское

картографирование, электоральное картографирование), либо развиваются на стыке картографии с другими науками (геологическое, историческое, экономическое картографирование и т.п.).

Картография – область науки, техники и производства, охватывающая создание, изучение и использование карт и других картографических произведений. Картография как наука имеет разные трактовки: наука об отображении и исследовании явлений природы и общества посредством карт как моделей (модельно-познавательная концепция); наука о картографической форме передачи информации (коммуникативная концепция); наука о языке карты (языковая концепция); наука о системном информационно-картографическом моделировании и познании геосистем (геоинформационная концепция) и другие концепции. Картография как наука подразделяется на разделы (дисциплины): общая теория картографии, математическая картография, проектирование и составление карт, картографическая семиотика, оформление карт, издание карт, экономика картографического производства, использование карт, история картографии, картографическое источниковедение, картографическая библиография, картографическая информатика, картографическая топонимика. Особо выделяется географическая картография – отрасль картографии, занимающаяся картографическим отображением и исследованием геосистем.

Кислотность (природных вод, почвы) – способность водных растворов, почв проявлять свойства кислот, определяющаяся концентрацией (активностью) ионов водорода в водном растворе или водной фазе почв; характеризуется величиной водородного показателя, или pH (отрицательный логарифм активности ионов водорода).

Кислые осадки — атмосферные осадки в виде дождя или снега, подкисленные (величина pH<5,6) из-за растворения в них кислотообразующих промышленных или транспортных выбросов (SO_2, NO_x, HCl и др.); вызывают подкисление почв и вод и приводят к повреждению и
гибели лесов, водных организмов, снижению биопродуктивности, заболеваниям людей и животных.

Кларк химического элемента – числовая оценка среднего содержания химического элемента в литосфере, различных породах, почве, гидросфере, атмосфере на Земле в целом или отдельных территориях.

Комплексная карта – карта, совмещающая в себе изображение нескольких элементов близкой тематики, набор характеристик (показателей) одного явления.

Комплексное картографирование – многостороннее, целостное картографическое отображение действительности. Комплексное картографирование выполняется на системной основе, его результатом

являются серии тематических карт или комплексные атласы, характеризующие природу, население, хозяйство и их взаимодействие. Карты, входящие в серию или атлас, отличаются согласованностью и взаимной дополняемостью, что обеспечивает удобство комплексного изучения территории.

Коэффициент биологического поглощения – отношение содержания элемента в живых организмах к его содержанию в окружающей среде (кларку).

Коэффициент биогеохимического круговорота – отношение содержания элемента в растительном опаде к его содержанию в верхнем 2 – 5-сантиметровом слое почвы.

Критическая нагрузка – максимальное поступление поллютантов (сера, азот, тяжелые металлы, стойкие органические соединения и др.), которое не сопровождается необратимыми изменениями в биогеохимической структуре, биоразнообразии и продуктивности экосистем в течение длительного времени, т.е. 50–100 лет.

Ксенобиотики – любые чуждые для организма вещества (пестициды, токсины, другие поллютанты), способные вызвать нарушение биологических процессов.

Ландшафт (экосистема) – генетически однородный природный территориальный комплекс, состоящий из взаимодействующих природных и/или антропогенных компонентов.

Ландшафтное планирование – система деятельности, предусматривающая основные направления и способы использования природно-территориальных комплексов (ландшафтов) при условии сохранения или улучшения средоформирующих и ресурсосберегающих способностей ландшафта.

Масштаб карты – степень уменьшения объектов на карте относительно их размеров на земной поверхности.

Методы экологической компенсации – комплекс мероприятий по охране окружающей среды, основанный на локальном и территориальном методах, направленных на стабилизацию и компенсацию негативных воздействий на окружающую среду.

Нитрификация – микробное превращение азотсодержащих органических веществ в окисленные соединения азота, нитриты и нитраты.

Оксиды азота (NO_x) – смесь оксидов азота, весьма опасных для здоровья людей, животных и растений даже при очень низких концентрациях (ПДК – 0,000009% объемных).

Опад – органические остатки в экосистеме, отмершие или отделившиеся от надземных или подземных частей растений.

Параметр – математическая величина, входящая в формулу и выражения, значения которых остаются постоянными в пределах

рассматриваемой задачи (математической модели рассматриваемой экосистемы).

Параметры экосистемы – величины, показатели, отражающие функциональные и консервативные свойства экосистемы: биологический круговорот, биопродуктивность, биогеохимические циклы и др.

Пестициды – химические вещества, используемые для борьбы с вредителями и болезнями растений, сорняками, вредителями зернопродуктов, древесины и т.д., а также с экзопаразитами домашних животных, переносчиками опасных заболеваний животных и человека.

Риск экологический – вероятность деградации окружающей среды или перехода ее в неустойчивое состояние вследствие загрязнения.

Сернистый ангидрид (двуоксид серы, двуокись серы, SO_2) – газ с резким запахом, окисляемый кислородом до серного ангидрида – SO_3, вредное вещество.

Синтетическая карта – карта, дающая целостное изображение объекта или явления в единых интегральных показателях. Чаще всего синтетические карты отражают типологическое районирование территории по комплексу показателей.

Синтетическое картографирование – одно из направлений тематического картографирования, в котором разрабатываются теория и методы создания синтетических карт на основе интеграции множества частных показателей и (или) серий аналитических и комплексных карт. Синтетическое картографирование широко опирается на методы факторного анализа, дискриминантного анализа, выделение главных компонент, кластеризацию и другие методы математико-картографического моделирования, позволяющие получать интегральные характеристики картографируемых объектов.

Системное картографирование – одно из научно-технических направлений картографии, включающее системное создание и использование картографических произведений как моделей геосистем. Системное картографирование предполагает моделирование геосистем, их компонентов, взаимосвязей, иерархии, динамики и функционирования в системе карт. Принципы системного картографирования находят наиболее полное выражение в комплексных научно-справочных атласах и сериях тематических карт.

Смог – загрязнение городской атмосферы в виде аэрозольной пелены, дымки, тумана, образующихся в результате интенсивного поступления в атмосферу загрязняющих веществ

Тематическое картографирование – комплекс мероприятий и процессов по созданию тематических карт и атласов. В качестве разделов тематического картографирования выделяют картографирование природы (геологическое, климатическое, почвенное, геоботаническое и др.)

общества (населения, хозяйства, историческое и т.п.) и их взаимодействия (инженерно-геологическое, экологическое, природоохранное и др.). По практической специализации тематическое картографирование может быть инвентаризационным, оценочным, прогнозным, рекомендательным, а по уровню обобщения – аналитическим, комплексным и синтетическим. Наибольшая синтетичность и разносторонность присуща системному картографированию.

Территориальные методы экологической компенсации – урбоэкологическое зонирование территории, позволяющее наиболее полно использовать потенциал территории, избежать неоправданных расходов на очистку стоков, выбросов, определить содержание и конфигурацию природного каркаса.

Техногеосистема – совокупность элементов земной коры и антропогенных элементов (постройки, транспортные системы, рекультивируемые участки и др.), находящихся в отношениях и связях между собой и образующих определенную целостность, единство.

Трансграничное загрязнение – загрязнение окружающей среды, охватывающее территорию нескольких государств или целые континенты и формирующееся за счет трансграничного переноса загрязняющих веществ.

Трофическая (пищевая, биогеохимическая) цепь – взаимоотношения между организмами, через которые в экосистеме происходит трансформация вещества и энергии; в состав пищевых цепей входят группы особей, связанных друг с другом отношениями "пища-потребитель", следовательно, пищевые цепи представляют собой сочленение звеньев, в котором каждое предыдущее звено служит пищей для каждого последующего звена, обычно от 2 до 5 звеньев.

Тяжелые металлы – химические элементы-металлы с атомным (порядковым) номером в периодической системе элементов более 20 или с массой более 56 у.е.; почти все они токсичны для организмов.

Удобрение (минеральное, органическое, бактериальное) – вещество, увеличивающее при внесении в почву или водоем биопродуктивность экосистемы.

Управление экологическим риском – процесс принятия решений, в котором учитывается оценка экологического риска, а также социально-экономические, информационные и технологические возможности его проявления.

Эвтрофикация – повышение уровня первичной продукции наземных и водных экосистем благодаря увеличению в них концентрации биофильных элементов.

Эквивалент (экв) – количество химического вещества, реагирующего с одним атомом водорода; используется при расчетах

критических нагрузок для сравнения воздействия различных элементов (сера, азот, кальций, магний, калий, натрий, водород, алюминий и др.).

Экологический риск – возможность, вероятность резких изменений и нарушений в окружающей среде и возникающих в связи с этим негативных социально-экономических и иных последствий в обществе.

Экологическое картографирование – раздел тематического картографирования, связанный с комплексным картографированием параметров, определяющих состояние окружающей среды.

Экологическое нормирование – процесс разработки регламентов антропогенного воздействия на окружающую среду, соблюдение которых гарантирует сохранность ландшафтов и не ведет к ухудшению условий проживания и состояния здоровья населения.

Экологическая компенсация – комплекс методов локальной и территориальной компенсации.

Экосистема (ландшафт) – устойчивая система с полноправными компонентами, находящимися в непрерывной взаимосвязи.

Экосистема городская (урбоэкосистема) – устойчивая или неустойчивая система с полноправными компонентами, находящимися в непрерывной взаимосвязи.

Электронная карта – цифровая карта, визуализированная в компьютерной среде с использованием программных и технических средств в принятых проекциях, системах условных знаков при соблюдении установленной точности и правил оформления.

1. УРБОЭКОЛОГИЯ КАК НАУКА

Вступление человечества в постиндустриальную эпоху, развертывание научно-технической революции обусловлены не только развитием космической техники, физики атомного ядра, генной инженерии, микроэлектроники и других достижений техногенной цивилизации, но и менее известным феноменом – *активизацией процессов* **урбанизации**. Эти процессы характеризуются стремительным ростом городского населения, крупных городов и городских агломераций, перенесением всей суммы городских общественных отношений на сельскую местность.

Рост городов и их экономической базы, расширение городских застроенных территорий, увеличение числа автомобилей, средств общественного транспорта, развитие сферы потребления связаны с все большим натиском городов и других населенных мест на окружающую городскую среду, масштабы которого растут год от года.

Понятие урбанизации крайне сложно и неоднозначно. Наиболее часто под урбанизацией понимают рост городов и городского населения. Более полно урбанизацию можно охарактеризовать как многогранный глобальный социально-экономический процесс, связанный с резко усилившимся в эпоху научно-технической революции развитием и концентрацией производительных сил и форм социального общения с распространением городского образа жизни на всю сеть населенных мест.

Отношения между городами, поселками, сельскими населенными пунктами, городскими агломерациями и окружающей их природной средой характеризуются большой сложностью и комплексностью. С одной стороны, целостная система природы неоднородна. Ее составляют и физически разные среды – газообразная, жидкая и твердая, и биологически неодинаковое вещество – абиотическое, биотическое и биокосное, и сами компоненты природы, различные по их физической сущности, химическому составу, интенсивности обмена веществом и энергией, многообразным связям, благодаря которым стала возможна эволюция природы. С другой стороны, искусственная среда (в том числе городская) также весьма сложна и обладает собственными прямыми и обратными связями, характерными для сложной социально-экономической многоуровневой территориальной системы.

Учитывая все сказанное выше, а также дальнейшее развитие урбанизации и индустриализации в градостроительстве необходимо более комплексно рассматривать систему экологических факторов, значительно углубить экономический, природоохранный аспект, что соответствует не только интересам национального природопользования, но и достаточно сильной обратной связи: без полной и всесторонней проработки вопросов

охраны окружающей среды невозможно выбрать наиболее эффективное градостроительное решение. Более того, нередко недостаточное внимание к вопросам охраны окружающей среды может привести к ошибочным решениям в самом градостроительстве.

Градостроительство и экология тесно связаны между собой, поскольку градостроительные решения направлены на создание благоприятной среды жизнедеятельности в человеческих поселениях и зонах их влияния. Усиление экологического подхода в градостроительстве послужило развитию урбоэкологии (от лат. **urbos** – *город*, древнегреч. **oikos** – *дом*, **logos** – *наука*) – научной дисциплины, исследующей особенности взаимодействия городов и их систем с окружающей природной средой. Эта дисциплина формируется на стыке многих областей знания, наиболее важными из которых являются экология и градостроительство.

Проблемы взаимодействия городских структур с природной средой всегда были в центре внимания отечественных и зарубежных экологов. Наиболее предметно эти проблемы исследовались Ч Бойденом, Б. Коммонером, Ф. Фестером, Р. Леггетом, Л. Кратцером, а в нашей стране – С.С. Шварцем и Н.Ф. Реймерсом.

Особо следует отметить роль организатора экологического факультета МНЭПУ, ученого-энциклопедиста, страстного пропагандиста экологических знаний проф. Н.Ф. Реймерса. Наряду с обширными проблемами современной экологии, он исследовал многие вопросы экологии города, рассматривая его как особую экосистему, обладающую специфической энергетикой и характерным метаболитом. Именно Н.Ф. Реймерс подходил к городу как многоуровневой экосистеме (от городской агломерации до отдельного здания), ввел в научную практику и обогатил экологическим содержанием термин "аркология " (предложен в 50-х годах нашего столетия известным архитектором П. Солери), изложил ее методологические основы, дал оригинальную трактовку понятия "экополис" и т.д. Но, пожалуй, самым выдающимся научным вкладом Н.Ф. Реймерса в экологию явилось обоснование и разработка им территориальных принципов сохранения динамического экологического равновесия. Фундаментальный характер этого научного достижения состоит, в частности, и в том, что на этих принципах во многом основана современная урбоэкология.

Целью настоящего учебного пособия является ознакомление студентов-экологов с экологическими основами градостроительства (урбоэкологией), включающими исследование различных видов взаимодействия городов и их систем с природной средой в историческом контексте, последствий такого взаимодействия, возможных путей достижения относительно равновесного состояния на урбанизированных

территориях, а также разработку мер по экологической компенсации при потере такого равновесия.

Широкий спектр задач экологии человека как биологического и одновременно социального существа, понимание этого научного направления как обширной ассоциации научных и практических дисциплин объективно способствовали появлению частных антропоэкологических ветвей знания, связанных с деятельностью человека. В последние десятилетия получила развитие и экология города (называемая еще и градостроительной экологией), которую более предпочтительно называть **урбоэкологией.**

Город представляет собой место сосредоточения практически всех явлений человеческого бытия. Здесь сфокусировано действие передовых сил общества и современных технологий, что в совокупности определяет город как двигатель прогресса. Среди основных наиболее значимых творений человеческой цивилизации городам принадлежит особое место.

Города во все времена считались лицом цивилизации и в целом отражали ее развитость. В классическом понимании, **город** – *это компактное поселение людей, жители которого в основном заняты трудом в промышленности, строительстве, сфере обслуживания, управлении, науке, культуре, образовании, здравоохранении и других отраслях экономики, требующих концентрации производственных фондов.*

Международная научная общественность, озабоченная разработкой стратегии устойчивого существования человеческой цивилизации на Земле, создала специальную программу ООН «Устойчивое развитие городов», подчеркивая тем самым глобальность масштабов проблем, связанных с урбанизацией. Важнейшей среди них является экологическая проблема состояния городской среды. Практически вся среда обитания человека в городе создана искусственно: многоэтажные каменные здания, покрытая асфальтом земля, небольшие вкрапления зеленых насаждений, только внешне напоминающих природные экосистемы. Загрязненная воздушная и водная среда, оторванность от природных источников существования, искусственные пищевые добавки, темп жизни, стрессы – все это влияет на состояние здоровья горожан и делает задачу *экологизации городской среды* наиважнейшей на сегодняшний день.

Причинами урбанизации выступают:

- развитие промышленного производства;
- развитие непроизводственной градообразующей деятельности;
- межфункциональное взаимодействие (интеграция различных видов деятельности);
- влияние мирового хозяйства, развитие международной торговли.

Урбанизация проявляется в виде:

- развития сети городов и увеличения городского населения;
- развития групповых форм городского расселения – агломераций, мегаполисов;
- усложнения функций городов;
- развития сложной инфраструктуры.

1.1 Предмет урбоэкологии

Урбоэкология – комплекс градостроительных, медико-биологических, географических, социальных, экономических и технических наук, которые в рамках экологии человека изучают взаимодействие производственной и непроизводственной деятельности людей с окружающей природной средой на территории населенных мест и их систем.

Урбоэкология – прикладная дисциплина, возникла она из потребностей практики и планово-предметный аппарат в ней разработан гораздо более детально, чем теоретические ее основы.

В урбоэкологии используются многие принципы и методы географической, биологической, медицинской и других наук. Вместе с тем, она не является простой их суммой, поскольку отбирает из этих наук лишь самое необходимое для решений градостроительных, преимущественно конструктивных задач, и оперирует всем многообразием урбанистических структур, градостроительных понятий, закономерностей и методов, что в рамках любой другой дисциплины практически невозможно.

Целью урбоэкологии является поиск путей и разработка решений в рамках градостроительства и организации территории в более широком смысле этого слова, направленных не только на обеспечение приемлемых гигиенических условий жизни населения, но и на всемерную рационализацию природопользования, охрану окружающей природной среды и экологизацию важнейших социально-экономических процессов в пределах регионов, городских агломераций, городов и отдельных их частей.

Объекты урбоэкологии – это системы расселения разного ранга, городские агломерации, города, сельские населенные пункты, городские районы, жилые микрорайоны и кварталы вплоть до отдельных зданий и сооружений.

Предмет урбоэкологии составляют исследование процессов взаимодействия урбанизированной и природной среды, а также разработка градостроительных предложений, направленных на охрану здоровья населения городов и других поселений, охрану литосферы, гидросферы,

атмосферы и биоты от негативного воздействия урбанизации и городской застройки.

1.2 Научные основы урбоэкологии

Термин "экология" в известной мере утратил единственное, чисто биологическое значение. Современная экология – наука не только биологическая, но и социально-политическая, поскольку отношение человека к природной среде определяется социальным строем и политическими установками общества. Оставлять за экологией место только биологической дисциплины было бы ошибочным потому, что исследовать среду обитания человека, например, невозможно, не используя методы физической и социально-экономической географии, изучать экстремальные условия жизни современного человека нельзя без знаний, накопленных климатологией, метеорологией, гигиеной и т.д. Точно так же, не привлекая для решения вопросов экологии города методологию градостроительства, нельзя обеспечить успешное решение вопросов взаимодействия человеческих поселений и их систем с природной средой.

Урбоэкология опирается на многие научные направления, исследующие различные аспекты взаимодействия общества и природы на урбанизированных территориях. Эти направления составляют научные основы урбоэкологии.

Экологические основы для урбоэкологии имеют первостепенное значение. Значение экологического подхода к градостроительству определяется той исключительной ролью, которую играет живое вещество в планетарных процессах. Основополагающие труды В.И. Вернадского, В.Н. Сукачева, С.С. Шварца и других крупнейших ученых показали, что развитая жизнь стала ведущим фактором геологического развития планеты. Биологические закономерности более других определяют темпы и формы превращения вещества и энергии на Земле. И поскольку эволюция биосферы все в большей степени определяется деятельностью человека, будущее экологии – в теории создания измененного мира. Экология становится теоретической основой поведения человека индустриального общества в природе.

Из обширного свода законов, закономерностей, правил общей экологии урбоэкология использует лишь те (в достаточно обобщенной и упрощенной форме), которые необходимо учитывать при рассмотрении особенностей взаимодействия урбанизированной и природной среды. Интерес для урбоэкологии представляют понятия о конкуренции видов, трофических цепях, энергетических пирамидах, продуктивности

экосистем, экологических нишах и некоторые другие. В сильно обобщенном виде эти понятия, принципы и закономерности можно сформулировать как ряд следующих положений, существенных для урбоэкологии:

- *правило 10%,* устанавливающее, что в трофических цепях каскадный перенос энергии на следующий, более высокий уровень не должен превышать 10% энергии исходного уровня; превышение этой доли свидетельствует о начале деградации экосистемы;
- *правило 1%,* устанавливающее, что изменение энергетики экосистемы в пределах от нескольких десятых процента до трех процентов выводит систему из состояния гомеостаза;
- важное значение в экологии имеют малые величины, поскольку даже *незначительные изменения в единичном и частном* могут оказать *существенное влияние на поведение экосистемы в целом* (например, считается, что слабые загрязнения окружающей среды оказывают менее пагубное влияние, чем концентрированные; однако радиоактивные вещества имеют способность концентрироваться в живых тканях, яды – накапливаться в пищевых цепях, а тяжелые металлы, чем более раздроблены, тем ядовитее);
- существенное значение имеют любые вмешательства в природу, т.е. наличие *эффекта обратных связей* (в веществено замкнутой системе биосферы вмешательства, связанные с получением определенных экономических выгод, всегда сопровождаются обратными отрицательными реакциями со стороны природной среды);
- необходимость *учета воздействия соседних экосистем*, которым во многом объясняется *резистентность биосферы*;
- важность учета эффекта "привыкания" (нарушенные антропогенной деятельностью и успешно самовосстанавливающиеся крупные природные комплексы более устойчивы к антропогенным нагрузкам, чем девственная природа);
- значимость *эффекта "опушки"* (разнообразие растительного и животного мира в пограничных зонах биогеоценозов различного вида значительно выше, чем в самих биогеоценозах и, следовательно, природная среда в пределах стыков их зон обладает большей устойчивостью и пластичностью).

Для урбоэкологии особенное значение имеют прикладные аспекты синэкологии и в основном на биогеоценотическом уровне. Главный экологический принцип в условиях неизбежного прогрессирующего антропогенного изменения природной среды, обоснованной акад. С.С. Шварцем, состоит в том, что биогеоценозы и другие экосистемы в индустриальном и урбанизированном мире не могут быть сохранены в

естественном состоянии (кроме особо охраняемых природных территорий: заповедников, заказников, национальных парков и др.).

Однако нет никаких объективных причин для их неизбежной деградации и утраты ими биосферных функций.

По мнению С.С. Шварца, преобразования биогеоценозов (БГЦ) на урбанизированных территориях должны быть основаны на выполнении следующих условий:

- **А**. Биомасса всех основных трофических уровней БГЦ максимальна. Преобладание фитомассы над зоомассой, характерное для антропогенных ландшафтов, выражено не резко, что обеспечивает синтез большого количества кислорода и продуктов животного и растительного происхождения;
- **Б**. Большому объему продукции БГЦ соответствует его высокая продуктивность. Произведение продуктивности и биомассы максимально, что является главной предпосылкой для быстрой компенсации возможных потерь биомассы на отдельных трофических уровнях, возможных в результате случайных или преднамеренных внешних воздействий. Это обстоятельство особенно важно, так как высокая продуктивность сама по себе не гарантирует высокой компенсаторной активности.
- **В**. Сложная структура БГЦ в целом и разнородность отдельных его трофических уровней, что обеспечивает высокую стабильность БГЦ в широком спектре внешний условий. При этом важно сохранить состояние гомеостаза не только для популяций доминирующих видов животных и растений, но и для экосистемы в целом. Поддержание БГЦ в состоянии динамического равновесия обеспечивает состояние гомеостаза и абиотических составляющих БГЦ (гидрологического режима, газового состава атмосферы и др.), что делает экосистему более устойчивой к внешним воздействиям.
- **Г**. Высокая скорость обмена веществом и энергией в БГЦ как предпосылка вовлечения в биотический круговорот всей продуцируемой биомассы в течение короткого времени, что может обеспечить максимальную скорость биологического самоочищения экосистемы.
- **Д**. Высшая продуктивность и стабильность экосистемы как предпосылка самой высокой степени ее резистентности и гибкости, т.е. способности к быстрой перестройке структуры сообщества живых организмов и к быстрым эволюционным преобразованиям популяций их доминирующих видов при направленном изменении внешней среды. Все это может

обеспечить поддержание БГЦ в оптимальном состоянии при изменении среды.

Принципы сохранения динамического экологического равновесия, сформулированные Н.Ф. Реймерсом, открывают новые горизонты в экологической оптимизации особо сложных (характеризующихся разнообразными конфликтными ситуациями) территорий – городских агломераций, пригородных зон, сильно переуплотненных прибрежных курортных районов и т.д.

Окружающую природную среду характеризует высокая пространственная изменчивость, что имеет очень большое экологическое значение. Поскольку важнейшей территориальной наукой является география, географическое изучение окружающей среды – необходимая предпосылка для любых экологических исследований.

Для урбоэкологии особенно важное значение имеют методы физической географии (включая климатологию, метеорологию, биогеографию и т.д.) и в первую очередь ландшафтоведение, геохимия ландшафтов, некоторые разделы социально-экономической и медицинской географии, географии природных ресурсов, населения и др.

Ландшафтоведение в комплексе географических наук, исследующих окружающую природную среду, имеет особое значение, поскольку его объектами являются целостные природные и природно-хозяйственные системы, характеризующиеся взаимодействием слагающих их компонентов. Каждому типу ландшафта соответствует определенное сочетание факторов превращения и перемещения вещества. Поэтому географические методы делают в принципе возможным определение устойчивости природных ландшафтов к загрязнениям по сопоставлению характера превращения и объема миграции вещества внутри самого ландшафта, а также интенсивности обмена веществом его со смежными территориями. Знание выявленных геохимических особенностей территорий (в том числе устойчивость ее к антропогенным нагрузкам), использование результатов геохимических исследований в практических целях позволяют в рамках урбоэкологии более обоснованно выполнить соответствующее зонирование территории и наметить необходимые мероприятия по охране окружающей природной среды.

Так же важно для урбоэкологии определение устойчивости ландшафтов к физическим антропогенным нагрузкам – рекреационным, транспортным и другим, выявление динамики ландшафта, что без использования специальных методов физической географии весьма сложно из-за неоднозначности картины последствий воздействия на различные ландшафты. Например, в ландшафтах лесостепной зоны от длительного механического воздействия (вытаптывание травяного покрова, езда без дорог и т.д.) песчаные, лессовидные и супесчаные почвы

быстро теряют связанность и распыляются. При интенсивном вытаптывании в березово-осиновых лесах исчезает подлесок, в травяном ярусе появляются злаки, березово-осиновые леса преобразуются в остепненные березняки и осинники с преобладанием видов растений, характерных для луговой степи, остепненные дубняки уступают место зарослям степных кустарников и т.д.

Одной из важнейших экологических дисциплин является гигиена. Задача гигиены – разработка теоретических основ оптимизации условий окружающей человека среды с позиций его здоровья. Гигиенические критерии широко учитываются в градостроительных исследованиях и проектировании посредством учета предельно допустимых концентраций (ПДК) тех или иных загрязняющих воздух, воду и почву веществ, а также других важнейших показателей в качестве ограничений, критериев зонирования и т.д.

Главной задачей урбоэкологии является обеспечение условий для сохранения и укрепления здоровья людей градостроительными средствами. Без гигиенических нормативов разработать соответствующие предложения практически невозможно. Гигиенические нормативы по установлению санитарно-защитных, водоохранных и других зон, по медицинскому зонированию курортов и др. – необходимые элементы пространственной организации городской среды. Мероприятия по очистке сточных вод, производственных выбросов, организации мусороудаления, по борьбе с локальными проявлениями эпидемиологических и эндемичных заболеваний и многие другие входят как важнейшая составная часть в систему природоохранных мер, разрабатываемых в рамках урбоэкологии.

Очистка стоков, выбросов и отходов – мощное средство в борьбе за сохранение природной среды. Вместе с тем очистка – далеко не оптимальная мера. Ведь *очистные сооружения и устройства сами* представляют *область загрязнения окружающей среды*. Поэтому *будущее* ***не за очисткой отходов*** *жизнедеятельности, а* ***за малоотходной технологией***, которая развивается в основном по трем основным направлениям:

- разработка различных типов бессточных технологических систем и водооборотных циклов;
- внедрение систем переработки производственных и бытовых отходов, которые должны рассматриваться прежде всего в качестве вторичных сырьевых ресурсов;
- создание принципиально новых процессов получения традиционных видов продукции, исключающих технологические стадии, на которых происходит образование основного количества отходов.

Урбоэкология должна учитывать в первую очередь все те возможности, которые открывают перед ней главные направления в

развитии малоотходной технологии. Особый интерес при этом представляют системы, предусматривающие использование отходов непосредственно в пределах производственной площадки. Перспективным представляется, например, использование доменных шлаков в качестве сырья для цементной промышленности или для производства строительных блоков улавливания серы и других ценных продуктов, производство на этой основе кислот и других химических продуктов и др.

Внедрение в практику "экологичных" инженерных систем, в т.ч. "чистых" и бесшумных видов транспорта, прогрессивных методов водоподготовки, эффективных приемов защиты окружающей среды от воздействия электромагнитных колебаний, радиации, теплового загрязнения особенно эффективно в сочетании с градостроительными методами, обеспечивающими рациональную прокладку инженерных коммуникаций, а также размещение соответствующих инженерно-технических устройств в пределах той или иной территории. Урбоэкология должна дать рекомендации по наиболее эффективным приемам сочетания инженерно-технической и планировочной экологической компенсации, которые могут быть использованы при проектировании инженерно-технических коридоров, формировании на территории специальных инженерно-технических секторов и т.д.

Эстетическая составляющая формирования окружающей среды также важный показатель качества среды обитания людей.

Подавляющая человека застройка городов безликими зданиями, киосками, палатками психически травмирует человека, делает его безразличным к среде обитания. Эстетическое (психологическое) "загрязнение" городов на первый взгляд представляется не столь губительным, как традиционные и нетрадиционные загрязнения, имеющие материальную основу. Унылые, лишенные гуманистического содержания жилые районы, безликие фасады одинаковых типовых зданий, плохое озеленение и благоустройство городских территорий создают тягостное впечатление. Наука еще не сказала своего слова по поводу воздействия антиархитектуры на здоровье людей, но можно предполагать, насколько отрицательно влияют на настроение, самочувствие, работоспособность нормального человека унылые проезды и улицы.

То же можно сказать и о межгородских пространствах, буквально на глазах превращающихся в поля свалок, товарных дворов, пустошей. Природные ландшафты все более утрачивают не только экологические, но и эстетические свойства, что также влияет на настроение, а следовательно, и на самочувствие людей.

Получены данные о бесспорном вреде для органов зрения человека, так называемых *гомогенных* и *агрессивных полей*. Поэтому художественное оформление зданий, застройки в целом имеет не только

эстетическое, но и функциональное значение. Гомогенные, однородные поля окружают человека не только на улицах городов, но и в помещениях (гладкие детали интерьеров, применение пластиков, древесно-стружечных плит и др.). Не менее опасны для людей и агрессивные поля, т.е. состояние их элементов, равномерно рассредоточенных на одной поверхности.

1.3 Методологические подходы

Урбоэкология развивается как часть градостроительной науки и во многом основана на ее методологии. Для методологии градостроительства характерны несколько научных подходов, из которых наиболее существенны для урбоэкологии – а) территориально-градостроительный, б) комплексный, в) системный и г) биоэкологический.

Территориально-градостроительный подход. Применительно к решению задач урбоэкологии этот подход определяется особенностью мероприятий по охране окружающей природной среды, намечаемых в научных и проектных работах по градостроительству. Эти мероприятия образуют определенную систему, пространственные границы и характер функционирования которой обусловлены конкретной территорией, особенностями и структурой ее планировочной организации. Территория выступает в данном случае как интегрирующая категория и от того, насколько рационально она организована и используется, зависит не только гармоничное развитие и размещение производства социальной сферы, но и действенность природоохранных мероприятий. В свою очередь территориально сбалансированное природопользование – одна из важнейших предпосылок рациональной планировки и застройки городов и их систем.

Комплексный подход. При исследовании и проектировании градостроительных структур очень важно стремиться к достижению наибольшей полноты и комплексности как по горизонтали (охват возможно большего числа представленных на данной территории отраслей хозяйства), так и по вертикали (стремление наиболее полно и всесторонне рассматривать эти вопросы). Это одинаково важно и для аналитических, и для конструктивных разделов, для антропогенной и природной составляющих данной территории, поскольку только совместное рассмотрение всех многообразных проблем может привести к принятию действительно обоснованных и серьезных проектных решений.

Системный подход. Идея системного подхода – рассмотрение того или иного явления как сложного целого, состоящего из совокупности взаимосвязанных элементов, не нова для многих отраслей знания. Крупнейшие открытия в биологии К. Линнея, Ж.Д.Ламарка, Ч. Дарвина,

периодическая таблица элементов Д.И. Менделеева, учение о биосфере В.И. Вернадского представляют блестящие образцы системного подхода к исследуемым проблемам. В частности и градостроительство (включающее и урбоэкологию) по своей сущности является системной дисциплиной, поскольку главное его содержание состоит в том, чтобы на основе анализа и синтеза взаимосвязей природных, социально-экономических и технических составляющих территории создать интегрированную модель района и в конкретных условиях наметить систему мероприятий для ее реализации.

Число способов системного представления объекта может быть очень большим, поскольку это представление субъективно. Но в любом случае необходимо учитывать два наиболее важных условия: первое – комплексный охват всех существенных природных, экономических и экологических факторов и второе – расчленение любой сложной проблемы на ряд проблем более низкого уровня, требующих особого подхода и имеющих наилучшее решение для рационального функционирования системы в целом.

Биоэкологический подход. Большие масштабы хозяйственной деятельности наносят природной среде огромный ущерб. Но существуют и интенсивные отрицательные обратные связи – угнетение и деградация природы оборачивается для экономики, социальной сферы, общества в целом колоссальными потерями. Чем выше уровень загрязнений окружающей среды, тем больше соответствующие затраты на их предотвращение. Дальнейший рост этих затрат в конце концов может сделать убыточным любое производство. Кроме того, чем ниже затраты на очистку среды, тем больше ущерб от загрязнений и других нарушений в природной среде. В этом заключается экономическое содержание проблемы поиска оптимальных воздействий на природу. Желаемый оптимизм может быть достигнут только в том случае, если дополнительные издержки на предотвращение отрицательных последствий антропогенного пресса на природу по меньшей мере уравновесятся экономией от снижения ущерба, наносимого подобным давлением.

Многообразные природные и антропогенные процессы в настоящее время так тесно взаимосвязаны, что давно уже появилась объективная необходимость подходить к современному производству как к сложной эколого-экономической системе, не противопоставляя экономическую и природную системы друг другу. Ясно, что подобный подход требует осуществления производственных процессов с учетом сохранения равновесия окружающей среды, т.е. по существу реализации принципа рационального природопользования.

Успешное управление современным общественным производством невозможно без объединения методов управления экономическим

развитием с методами управления естественными биологическими процессами в единую методологию управления *биоэкономической системой,* под которой следует понимать *интеграцию экономики и природы*, представляющую собой взаимоувязанное и взаимообусловленное функционирование производства и протекания естественных процессов в природе.

Любой процесс, связанный с деятельностью людей, как и любой естественный процесс, протекает в пространстве и времени. Поэтому особое значение в их гармонизации имеют территориальные дисциплины, в том числе и градостроительство, в котором пока еще преобладает сугубо утилитарный социально-экономический подход, В новых условиях экологическая составляющая градостроительства, т.е. анализ, прогноз, синтез состояния всех компонентов природной среды того или иного города, должна быть значительно усилена. Необходимо по новому подходить к вопросам рационального природопользования на урбанизированных территориях, достаточно надежно учитывать потенциальные возможности экосистем.

1.4 Понятие и определение города

Исключительная сложность города как явления не позволяет сформулировать для него лаконичное и в то же время емкое определение. С помощью кратких определений можно раскрыть лишь отдельные, самые общие черты города.

Существует несколько подходов к определению понятия города, в которых он рассматривается с разных точек зрения.

Критерии выделения городов. Трудности в формулировке определения выявляются при выделении городов среди других населенных пунктов.

Все многообразие городов можно объединить по признаку численности населения – людность, является одним из распространенных критериев. Такой формальный подход, как численность, является одним из самых распространенных подходов в этой проблеме. Такой подход используется, например, в Дании, где населенный пункт, в котором проживает более 250 жителей, считается городом.

Однако чаще всего с формальным, сочетается функциональный подход, в котором помимо численности жителей учитывается характер их трудовой деятельности. Так, в России для придания статуса города необходимо, чтобы 75% жителей населенного пункта были заняты в несельскохозяйственной сфере, а также численность населения должна составлять не менее 12 тыс. человек.

Российские подходы к выделению городов. В отечественной науке существуют подходы к построению иерархии городов на основе их численности. Так, малыми городами считают населенные пункты с численностью до 50 тыс. жителей, средние города – свыше 50 тыс., большие – от 100 до 250 тыс., крупные – от 250 до 500 тыс. и крупнейшие – от 500 тыс. до 1 млн человек. В особую категорию выделяются города с численностью населения в 1 млн человек и более.

Единой для всех стран мира методики выделения городов не существует, хотя ООН предлагает считать городами поселения с 20 тыс. жителей или больше. Между тем часто городами называют и поселения с меньшим, чем пороговое значение числом жителей. Как правило, это связано с сохранением исторического статуса города. Например, г. Верея в прошлом был довольно крупным городом, но с течением времени утратил свое значение и его численность сократилась до нескольких тысяч человек.

Известный российский урбанист Е.Н. Перцик в книге "Города мира" приводит широкий спектр мнений зарубежных исследователей по проблеме определения города. Вот некоторые из них: под городом понимают: "совокупность обитателей, инкорпорированных и управляемых мэром или ольдерменом"; "грандиозное по времени существования и занимаемой площади объединение людей и строений, отличающихся особого рода деятельностью"; "сообщество людей, ведущих своеобразный образ жизни, или часть земной поверхности, разнящейся от окружающей сельской местности определенным типом антропогенного преобразования в виде застройки крупными зданиями и другими характерными сооружениями", "центрированное поселение, большинство работающего населения которого занято несельскохозяйственной деятельностью"; "мы не можем определить городской образ жизни иначе, как противопоставив его сельскому...".

Сложный комплекс города с пригородами, где находятся и сельские населенные пункты, представляет собой агломерацию. Несколько близко расположенных агломераций именуются мегаполисом.

Американская система выделения городов. Наиболее подробная и вместе с тем сложная система критериев для выделения и классификации городов используется в США.

Городской ареал. Городской ареал включает, по крайней мере, один крупный центральный город (муниципалитет) и окружающую территорию (округ) с плотностью населения свыше 1 тыс. человек на акр. Общая численность населения, проживающего в городском ареале, должна составлять не менее 50 тыс. человек. Территория за пределами центрального города называется *городской окраиной.* В 1990 г. в США существовало 396 городских ареалов, в которых проживало 63,6% населения страны.

Метрополитенский ареал – агломерация. Метрополитенским ареалом называется территория, на которой сосредоточена большая масса населения, составляющего ядро, и близлежащие районы (округа), которые объединены в экономическом смысле с ядром.

Центральный округ. Центральным округом называется округ, в котором: 1) большинство населения проживает в городском ареале или 2) по крайней мере, 2 млн 500 тыс. его жителей живут в центральном муниципалитете.

Населенный пункт городского типа. Населенным пунктом городского типа называется географический район с населением, по крайней мере, 2500 человек, сосредоточенным на относительно небольшой территории. Бюро переписей относит к городскому населению страны всех людей, проживающих в городских ареалах, плюс людей за их пределами, живущих в населенных пунктах городского типа. В соответствии с этим определением в 1990 г. примерно 3/4 населения США проживали в городских ареалах.

Как видно из приведенных определений, большинство исследователей сходятся во мнении, что городом является поселение, по своим функциональным признакам отличающееся от сельской местности.

Понятие "город" имеет ряд других определений. По Р. Мерфи, территорию сплошной застройкой, включающую юридический город и примыкающую к нему внешнюю зону, называют "реальным городом", "городом из кирпича и цемента", физическим городом" или "географическим городом". По Г.Н. Озеровой и В.В. Покшишевскому, город – это крупный населенный пункт, выполняющий промышленные организационно-хозяйственные, управленческие, культурные, транспортные и другие (но не сельскохозяйственные) функции; соответственно, большая часть его населения занята вне сельского хозяйства.

По мнению французских урбанистов, "определение городского поселения является в корне вопросом функции, а не величины поселения" (Перцик, 1999).

Вопросы для самопроверки

1.Что включает в себя понятие «урбанизация»?
2. Чем кроется причина урбанизации?
3. Что составляет объект, предмет урбоэкологии?
4. В чем кроются методологические подходы урбоэкологии?

2. РАЗВИТИЕ ГОРОДОВ И ГОРОДСКИХ СИСТЕМ

На Земле примерно 15 млн человеческих поселений – городов, поселков, сел, деревень, хуторов. Все они находятся в сложном взаимодействии с природой. Сила и направленность такого взаимодействия в разные исторические эпохи менялась в зависимости от развития тех или иных форм расселения, темпов роста городов, их технической оснащенности и многих других факторов. Воздействие современных городов на биосферу на несколько порядков превосходит влияние на природу поселений прошлых эпох. Для того, чтобы более предметно представить себе масштабы взаимодействия современных городов с природной средой, характер и направленность этого процесса, целесообразно хотя бы в общих чертах остановиться на наиболее важных для урбоэкологии вопросах развития городов и городских систем.

2.1 Города древнего мира и средневековья

Первые поселения возникли на Земле, вероятно, 10–12 тысяч лет тому назад, когда земледелие стало превращаться в одно из важнейших занятий человека. Эти поселения насчитывали не более 100–150 человек и были достаточно отдалены друг от друга. Примерно в радиусе 3–4 км от поселения природный ландшафт подвергался довольно сильной деформации – естественный биогеоценотический покров постепенно преобразовывался в агроценозы (обрабатываемые поля, огороды и т.д.). Площадь обрабатываемых участков была невелика, ближайшее окружение поселения представляло собой мозаику преобразованных и естественных ландшафтов, обладая еще очень высоким экологическим потенциалом. В радиусе до 10–15 км ландшафт был еще менее преобразован человеком, который использовал его как охотничьи угодья и естественную кладовую (сбор ягод, грибов, орехов, меда и т.д.). В целом человек верхнего неолита в силу своей малочисленности (считают, что население Земли в то время не превышало 1–1,5 млн чел.) и сравнительно невысокого удельного давления на природу хорошо "вписывался" в биотический круговорот, хотя первый антропогенный экологический кризис, вызванный перепромыслом крупных животных (кризис консументов), пришелся именно на это время.

Города возникли в III тысячелетии до нашей эры как результат все более сильного территориального разделения труда, выделения из земледелия торговли и ремесленничества. Первые крупные города возникли около 4 тыс. лет назад в густонаселенных сельскохозяйственных

районах Месопотамии, в долинах рек Нила, Инда, Хуанхэ. Города возникали как резиденции правителей, как крепости, центры торговли.

Расцвет рабовладельческого строя стал одновременно и порой расцвета городов древнего мира, достигших внушительных размеров. Так, например, Вавилон (Ассирия) и Мемфис (Египет) насчитывали по 80 тыс., Афины в период правления Перикла – 300 тыс., Карфаген – 600 тыс., а Рим эпохи Августа Октавиана – даже 1 млн жителей. Древние города за небольшим исключением отличались скученностью населения, низким уровнем благоустройства. Плотность населения в Александрии времен царицы Клеопатры достигала 760 человек, в Риме при императоре Августе – 1500 человек на 1 гектар, в то время как этот показатель у современных Лондона, Токио и Нью-Йорка (Манхэттен) составляет соответственно 700, 920 и 1000 человек на 1 гектар.

Города были тесно связаны с сельским хозяйством, в них жили многие крестьяне. Давление на природу, окружавшую города вследствие более интенсивных, чем ранее, земледелия и животноводства, резко возросло – мозаичные ландшафты в пригородах уступали место монокультурам, эрозия почв стала обычным явлением. Богатея на грабежах и войнах, забирая с огромных территорий продукты питания, ткани, кожу, предметы роскоши, города становились не только социальными, но и экологическими паразитами. Так, Древний Рим забирал воду из всех окрестных источников в радиусе до 100 км. На каждого жителя центральной части Рима расходовалось огромное количество воды – свыше 1000 л в сутки (это в 2–3 раза превосходит водопотребление современных западно-европейских столиц). В Риме находилось в то время 11 гигантских терм, вмещавших по 2500 человек каждая, 850 купален, 1350 общественных водоемов, огромное количество хозяйственно-бытовых фонтанов. Термы Каракаллы, например, занимали почти 40 га, в них одновременно могли находиться 3000 человек.

Одновременно с этим уровень транспортного обслуживания и санитарного благоустройства в городах древнего мира был чрезвычайно низким. Так, ширина улиц в Риме не превышала 1,5–4 м, в Вавилоне – 1,5–3 м. Не случайно, сетуя на перенаселенность и тесноту Древнего Рима, Ювенал назвал его улицы "кипящими": "Я тороплюсь, но мне преграждают движение толпы людей впереди, идущие сзади целым отрядом напирают мне в спину. Один ударит меня локтем, другой ударит крепким шестом, кто-то стукнет меня по голове бревном, кто-то толкнет корзиной. Ноги у меня в грязи по колено; куда не повернись, тебе на ногу наступит здоровенная ступня...".

Поток колесниц, конников и повозок создавал пробки на римских улицах. При Юлии Цезаре сенатом был принят специальный закон,

согласно которому для передвижения различных видов экипажей были определены особые часы.

Не вполне здоровыми были и оживленные густонаселенные районы Древнего Рима, располагавшиеся в сырых, плохо проветриваемых низинах, называвшихся Клоакой. В последующие эпохи это имя стало нарицательным. Все это нередко приводило к вспышкам эпидемий. Так, первая пандемия чумы, вошедшая в литературу под названием "Юстиниановой чумы", возникла в VI веке в Восточной Римской империи и охватила многие страны мира. За 50 лет чума унесла около 100 млн человеческих жизней (почти одну треть населения древнего мира!).

Уже в древнюю эпоху у многих философов и других ученых древности возникают сомнения относительно целесообразности общественного и функционального устройства современных им городов.

Еще в древнейшем эпосе о Гильгамеше в описании древнего Урука (III тыс. до н.э.) приводится соотношение застроенных и незастроенных пространств в городских стенах. Позже Платон, Аристотель, Гипподам Милетский, Гиппократ, Витрувий и другие мыслители выступали с трактатами, в которых рассматривались вопросы оптимального размера поселений и их общественного устройства, гигиены поселений и их благоустройства, планировки городов и многообразные проблемы строительного искусства и архитектуры.

Концепцию греческого градостроительства отражали представления Платона (V–IV в. до н.э.), считавшего, что в идеальном случае город должен быть распланирован таким образом, чтобы каждый его участок имел кратчайший выход за город, а все жители имели бы дома и в городе, и вне его. Гиппократом (V в. н.э.) были обоснованы принципы выбора места строительства города с учетом господствующих ветров и влияния их на микроклимат и здоровье горожан.

Византийское градостроительное законодательство, принятое в виде "Закона градского" в составе "Мерила праведного" конца X в. и Кормчих книг XII в., определяло пространственную структуру города с учетом его взаимосвязей с окружающей местностью.

В средневековье вместе с пришедшим на смену рабовладельческому строю феодализмом зародился новый тип города – город-крепость, окруженный мощными оборонительными сооружениями. Средневековые города, как правило, уступали по размерам поселениям древнего мира и редко насчитывали более нескольких десятков тысяч жителей. Численность населения наиболее крупных из них, например, Лондона и Парижа достигала в XIV веке соответственно 100 тыс. и 30 тыс. жителей.

Вместе с тем, гигиенические проблемы в них были не менее острыми, чем в городах древности, и главной угрозой для жителей оставались эпидемии. Вторая пандемия чумы – "черная смерть",

вспыхнувшая в XIV веке, унесла, например, почти треть населения Европы. Полное отсутствие благоустройства в средневековых городах приводило и к трагедиям иного рода – известно, например, что в одном из европейских городов прямо на улице утонул некий феодал, на земле которого стоял город.

Имеются и письменные свидетельства о состоянии городов того времени. В богатом Франкфурте-на-Майне уже в конце XVI в. лишь по поводу коронации императора Максимилиана II некоторые улицы были очищены от навоза. В Нюрнберге на улицах было столько грязи, что верхом ездить было небезопасно. Канцлер императора Карла IV докладывал, что "жители Гутлинга предостерегали императора Фридриха III, чтобы он не ездил к ним в город и когда он все-таки поехал, его лошадь завязла в грязи". В вольном имперском городе Рейтлинге тот же император чуть не утонул вместе с лошадью в бездонной уличной грязи.

Эпоха Возрождения ознаменовалась значительным развитием градостроительных идей – прежде всего, появлением большого числа градостроительных утопий – "идеальных" городов Т. Кампанеллы, Т. Мора, Филарете и других авторов. Схематизм этих городов, их подчеркнутая геометричность – своеобразный протест человека Возрождения против архаичных, некомфортных и хаотично развивающихся городов средневековья. Были среди предложений той эпохи и созвучные нашему времени идеи. Так, например, Л.Б. Альберти признавал чрезвычайную сложность и неоднозначность градостроительных проблем, что, бесспорно, отличало его взгляды от многочисленных урбанистов-утопистов того времени.

2.2 Города абсолютизма и индустриальной эпохи

Период феодального абсолютизма был одновременно и эпохой меркантилизма, т.е. временем накопления царствующими домами наиболее крупных государств Европы больших богатств. Строились пышные резиденции, крупные светские и церковные ансамбли и отдельные здания. В XVII–XVIII веках значительное развитие получила т.н. регулярная планировка городов, характеризующаяся геометрически правильным рисунком кварталов, и особенно садово-парковое искусство. Огромные, созданные руками человека парковые ансамбли Рима, Версаля, Потсдама, Петергофа и других резиденций королей и императоров становятся не только местом отдыха и увеселений, но и важными элементами пригородной "экологической архитектуры". Особенно большую известность получил садово-парковый ансамбль в резиденции

французских королей Версале, созданный А. Пенотром, ставший примером для подражания во многих государствах Европы.

Вместе с развитием архитектуры росло и население, в первую очередь городов, бывших важными административными и хозяйственными центрами. По сравнению с предыдущими веками оно увеличилось в несколько раз и достигло в крупнейших городах (Париж, Лондон, Москва и др.) 200–300 тыс. человек. Особое значение стала приобретать охрана лесов от незаконной вырубки на пригородных территориях. Оживляется законодательная деятельность, направленная на упорядочение природопользования. Соответствующие указы и уложения появились и в России. Уже в то время пахотные и выгонные земли прирезались к городам в соответствии с числом их жителей, принималось во внимание количество лесов в той или иной округе, необходимых для строительства новых городов, регламентировалась охота, устанавливались места рыбной ловли. Одновременно определялись качество и количество земли в уездах, число сел и деревень около городов.

Охрана внегородских территорий получила свое выражение в правилах охоты, петровских указах о запрещении рубок (например, в заповедной Алексеевской роще, Сокольниках), об использовании ближайших к городу территорий для разбивки больших плодовых садов (царский сад на Воронцовом поле, "аптекарский огород" и др.). Все это, тем не менее, не могло существенно оздоровить городскую среду. Санитарное состояние городов оставалось по-прежнему неудовлетворительным. Эпидемии чумы, холеры, других опасных болезней в то время не были редкостью.

Промышленная революция, созревшая на базе великих географических открытий и набравшая силу вместе с новыми, прогрессивными для того времени общественными отношениями капитализма, привела к бурному развитию промышленности и, как следствие этого, городов, в которых ранее всего проявились отрицательные последствия индустриализации и урбанизации.

С развитием мануфактур функциями городов стали производство товаров и услуг, управление и межрайонный обмен. Феноменальный процесс роста городов был порождением эпохи развитого капитализма и индустриализации мирового хозяйства. Причинами роста численности городского населения были: а) миграция людей из сельских местностей и из других стран в города; б) прирост населения в городах благодаря превышению рождаемости городского населения над смертностью.

Стремительно растущие города быстро превзошли по величине своих предшественников. К 1800 г. миллионный рубеж перешагнул Лондон, к 1850 г. – Париж; к началу XX в. в мире было уже 12 миллионеров (в том числе – С.-Петербург и Москва), а стремительный

рост городов в Англии, Германии, США, Франции, некоторых других странах продолжался и далее.

Скученная застройка, антисанитарные условия в рабочих кварталах крупнейших промышленных центров, таких, как Манчестер, Бирмингем, Лион и многих других, эпидемии холеры, брюшного тифа и других опасных болезней дали, в частности, повод в свое время классикам марксизма поставить под сомнение само существование крупных городов.

Самым грозным проявлением дисгармонии человека и природы была эпидемиологическая опасность. Реки в городах были очень сильно загрязнены. "Черная Темза" в Лондоне, зловонные водотоки и водоемы в других крупных городах были источниками кишечно-желудочных эпидемий. Так, в 1837 г. в Лондоне, Глазго и Эдинбурге брюшным тифом заболела десятая часть населения (примерно треть больных умерли). Нередким гостем была и холера (с 1817 г. по 1926 г. отмечено 6 пандемий этой болезни), не обходившая и Россию, где только в 1848 г. от этой болезни погибло около 700 тыс. человек.

Со временем благодаря достижениям науки и техники, успехам санитарии и гигиены, развитию в городах водопроводного и канализационного хозяйства, а также борьбе рабочих за свои права, эта опасность была значительно ослаблена.

С эпидемиологической опасностью в крупных городах в основном было покончено, но все более ощутимой становилась новая, не менее грозная экологическая проблема – прогрессирующее загрязнение воздушного, водного бассейнов, почвенно-растительного покрова, деградация природных ландшафтов. Положение усугубилось чрезвычайной плотностью городских поселений на территории многих стран и прежде всего Англии, Бельгии, Голландии, некоторых районов Германии и Франции, что нередко приводило к слиянию городских пространств в городские агломерации, обширные зоны с деградированной природой.

Как вид расселения агломерации населенных мест были известны и до промышленной революции. Феодальные замки строились нередко близко друг от друга и обрастали посадами, образуя своеобразные небольшие агломерации. Английские центры текстильной промышленности XVII и XVIII вв. представляли собой ряд городских территорий, где главные города были окружены деревнями, население которых занималось как земледелием, так и производством тканей. Подобные "агломерации" известны в Германии, России (текстильные фабричные села в центрально-промышленном районе) и многих других странах. Однако здесь важно рассмотреть агломерации иного типа, качественно отличающиеся от традиционных "капиталистических" городов и их скоплений. Возникновение этих урбанистических

образований связано с наступлением постиндустриальной эпохи и развитием научно-технической революции.

2.3 Города постиндустриальной эпохи

Еще немногим более столетия тому назад всего 5% населения земного шара жило в городах (причем 2% в больших с населением свыше 100 тыс. жителей) и только один город – Лондон – насчитывал более 1 млн жителей.

Социально-экономическая обстановка на Земле привела к неуправляемости процесса урбанизации во многих странах. Процент городского населения в отдельных странах мира равен: Аргентина – 83, Австралия – 75, США – 80, Германия – 90, Швеция – 83, Россия – 72.

В XXI в. вопросы, связанные с ростом городского населения, вошли в число важнейших глобальных проблем современности. В 1800 г. горожан было всего 4,7% мирового населения; в 1900 г. – 19%; в 1996 г. – 46%, в 2000 г. уже 50%. К настоящему времени доля городского населения составляет 3/5 общего числа жителей стран мира (табл. 2.1.).

Таблица 2.1

Рост городского населения мира с 1975 по 2025 гг.

Континент	Численность, млн. чел.			Доля городского населения, %		
	годы					
	1975	1995	2025	1975	1995	2025
Африка	104	250	804	25	34	54
Европа	454	535	598	67	74	83
Северная и Центральная Америка	235	332	508	57	68	79
Южная Америка	138	249	406	64	78	88
Азия	592	1198	2718	25	35	55
Океания	15	20	31	72	70	75
Мир в целом	**1538**	**2584**	**5065**	**38**	**45**	**61**

Городское население в последнее время растет вдвое более высокими темпами, чем население Земли в целом.

И сегодня ничто не свидетельствует о повсеместном замедлении роста городов на Земле, городов – миллионеров более 350. Примерно половина из них с населением более 3 млн чел. каждый (рис. 2.1.). В

развивающихся странах по величине превосходят традиционных "рекордсменов" – Нью-Йорк, Токио, Лондон.

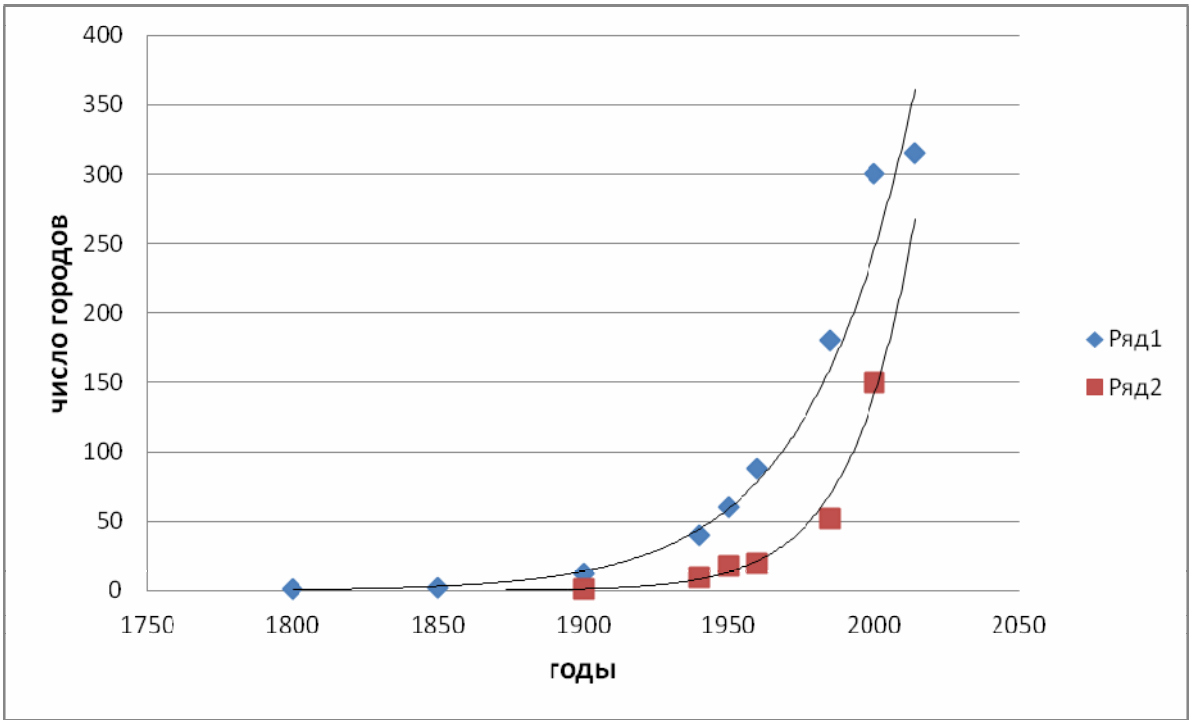


Рис. 2.1 Рост числа крупнейших городов в мире:
города- миллионеры (1) и города с населением более 3 млн (2)

Процесс развития современных городов определяется не только их количественным ростом. Города меняются качественно – в различных районах Земли возникают гигантские метрополии, сгустки городов с многочисленным населением. Их территории распространяются на многие сотни квадратных километров, поглощая соседние поселения и образуя гигантские городские **агломерации** и урбанизированные районы, простирающиеся в отдельных случаях на тысячу и более километров.

Крупные города, разрастаясь, «поглощают» пригороды, образуя зоны сплошной застройки, функционально тесно связанные с ядром города, – это так называемые **агломерации** (от лат. *agglomero* – накапливаю, присоединяю). Городские агломерации стали сегодня основной формой расселения в индустриально развитых странах (табл. 2.2.). Но и агломерации не являются высшей формой концентрации населения. В США, Японии и Западной Европе сложились скопления агломераций, слившихся друг с другом и образующих сплошную полосу – **мегалополис** (от греч. megas – большой, polis – город); для примера назовем мегалополис Бостон – Вашингтон на атлантическом побережье США. Сформировался огромный урбанизированный район, занимающий 150 тыс.

км^2 с населением 40 млн человек, (слившиеся агломерации Бостона Нью-Йорка, Филадельфии, Балтимора и Вашингтона). Считают, что к концу века в США сформируются три гигантских урбанизированных района – Босваш (Бостон-Вашингтон), Чипитс (Чикаго-Питтсбург) и Сансан (Сан-Франциско – Сан-Диего) с населением соответственно 80 млн, 40 млн и 20 млн человек.

Таблица 2.2

Крупнейшие города мира в 1995 — 2015 гг.

Агломерация	Год	Населе-ние, млн чел.	Агломерация	Год	Населе-ние, млн чел.
Токио (Япония)	1995 2015	26,8 28,7	Карачи (Пакистан)	1999 2015	14,0 20,6
Мехико (Мексика)	2002	20,9	Каир (Египет)	2000	16,0
Сан-Паулу (Бразилия)	1995 2015	16,5 20,8	Париж (Франция)	1999	10,0
Нью-Йорк (США)	2000	21,2	Тяньцзинь (Китай)	1994	10,3
Бомбей (Индия)	2002	16,0	Манила (Филиппины)	1992	10,5
Шанхай (Китай)	1997 2015	17,0 23,4	Москва (Россия)	2002	10,4
Лос-Анджелес (США)	2002	16,6	Джакарта (Индонезия)	1996	9,3
Калькутта (Индия)	2002	13,8	Дакка (Бангладеш)	2002 2015	10,1 19,0
Буэнос-Айрес (Аргентина)	1999	13,9	Стамбул (Турция)	1995	7,7
Сеул (Южная Корея)	1997	12,5	Лондон (Великобритания)	1999	7,1
Пекин (Китай)	1996 2015	10,7 19,4	Чикаго (США)	1998	8,8
Осака (Япония)	1995	10,6	Тегеран (Иран)	1996	6,8
Лагос (Нигерия)	1995	10,3	Лима (Перу)	2002	7,6
Рио-де-Жанейро (Бразилия)	1995	10,2	Бангкок (Таиланд)	2000	6,3
Дели (Индия)	1995	9,9	Эссен (Германия)	1995	6,5

На тихоокеанском побережье Японии в результате слияния агломераций Токио, Иокогамы, Киото, Нагой, Осаки и Кобе складывается одна из крупнейших в мире конурбаций – Токайдо с населением 60 млн человек, а это половина населения страны.

Огромные многомиллионные агломерации сформировались в ФРГ (Рурская), Англии (Лондонская и Бирмингамская) и Нидерландах (Рандстад-Холланд) и др.

Особенно быстро растут города-гиганты. Если в 1950 г. на Земле было два мегаполиса – Нью-Йорк (12,3 млн чел.) и Лондон (8,7 млн чел.), то в 1990 г. число крупнейших городов с населением свыше 8 млн человек увеличилось до 21, из которых 16 относились к развивающимся странам.

Сверхгорода и прилегающие к ним территории являются своего рода «узлом» значительной антропогенной нагрузки на окружающую природную среду. Занимая всего 2% площади обитаемой суши, ареалы городов концентрируют около 50% мирового населения; здесь производится 4/5 всей промышленной продукции. Города являются крупнейшими центрами потребления всех природных ресурсов. Дефицит энергии, сырья и особенно качественной питьевой воды все более остро проявляется в большинстве крупных городов мира. Ускоряющийся процесс урбанизации, порождает массу проблем социально-экономического плана и заметно усложняет условия проживания людей. Плотность населения в городах весьма высока: Нью-Йорк – 10 тыс. /км^2, Париж – 12 тыс., Токио – 14 тыс., Москва – 9 тыс.

В Российской Федерации число городов с населением свыше миллиона жителей в настоящее время составляет 15 единиц, а Москва и Санкт-Петербург (города-мультимиллионеры, с населением более 1,5 млн) останутся в разряде многомиллионных. Вырастают и другие крупные города и в первую очередь "кандидаты" в миллионеры, т.е. с населением от 500 тыс. до 1 млн, а также их число (Саратов, Краснодар, Тольятти – так называемые города-субмиллионеры).

Быстрый рост гигантских урбанизированных районов, получивших за рубежом название мегаполисов, дал повод некоторым урбанистам считать, что этот вид расселения будет преобладать уже в следующем столетии.

2.4 Формы организации городского пространства

Каждый город имеет свою историю, и, несмотря на их разнообразие расположения, особенностей развития, имеются некоторые внешние облики городов – по планировочной структуре их можно отнести к определенному типу:

- **европейский тип**, имеет компактную застройку, представленную старыми зданиями в центре и современными микрорайонами на окраине;
- **американский тип**, застройка в основе малоэтажности, коттеджи; деловая часть выделяется скоплением высотных домов;
- **города Латинской Америки** имеют старую часть, выстроенную во времена колониального господства, и современные многоэтажные кварталы, окраины заняты трущобами;
- **города Центральной и Южной Африки** представляют собой самые настоящие деревни с хижинами, огородами, крайне низким уровнем благоустройства;
- **азиатский тип**, характеризуется очень плотной, преимущественно малоэтажной застройкой. Традиционно азиатские города – это дома с плоскими крышами и глухой стеной, выходящей на улицу;
- **арабский тип**, город имеет 3 части:
    - старое ядро (касбу) с очень плотной застройкой;
    - европейские кварталы из многоэтажных домов;
    - периферийная зона, состоящая из трущоб.

Формы организации городского пространства. Внутренняя структура городской территории представляет собой довольно интересный и важный объект. Так, грамотное административное деление города позволяет успешно решать проблемы его управления. Например, выделение определенной территории, имеющей какую либо культурно-историческую или природную доминанту, в самостоятельную единицу – район, повышает его привлекательность для жителей и гостей, а также увеличивает престиж всего города в целом. Всем хорошо известны такие районы или части города, как Манхэттен в Нью-Йорке, Китай-город в Москве, Ист-Энд в Лондоне, Латинский квартал в Париже и т.д.

Как отмечает Е.Н. Перцик, изучение микрогеографии городов необходимо для того, чтобы "раскрыть общие закономерности в формировании территориальной организации городов и, зная их, научиться управлять ими".

Можно выделить существенно различающиеся зоны в пределах одних и тех же агломераций.

Историческое ядро города. Историческое ядро города – очень небольшая по размерам территория, в которой сосредоточены наиболее выдающиеся в архитектурно-историческом отношении сооружения, административный, культурный и деловой центры агломерации.

Для исторических центров европейских столиц характерны очень плотная застройка, складывавшаяся в течение многих веков; унаследованная от исторического прошлого радиально-кольцевая или

близкая к ней планировка; постепенное вытеснение жилой застройки зданиями правительственного или делового значения; широкое развитие культурно-зрелищных, торговых учреждений, отелей, музеев и т.д. Дневное население резко превышает ночное. Численность постоянного населения непрерывно снижается (в Москве в 1959–1980 гг. – с 931 до 200 тыс. человек, в Париже в 1954–1984 гг. – с 1026 до 600 тыс., в Лондоне в 1951 – 1981 гг. – с 246 до 200 тыс. человек). Для центра Нью-Йорка характерна исключительно плотная высотная застройка; количество рабочих мест в Центральном деловом районе (южная часть о-ва Манхеттен южнее Центрального парка) – 2,5 млн, что впятеро больше ночного населения; общая численность постоянного населения в 1970–1990 гг. снизилась.

Таковы исторический центр Москвы в пределах Садового кольца; исторический центр Петербурга в условных границах, связывающих главные вокзалы и центральные станции метро; "Священный овал", "Прекрасный Париж" – оба берега Сены от Нотр-Дама до площади Шарля де Голля и от Монмартра до Монпарнаса; центральное ядро Лондона, включающее Сити, Вестминстер и Вест-Энд; южная часть графства Нью-Йорк, занимающего территорию о-ва Манхеттен.

Центральная зона города включает, помимо исторического ядра, ближайшую к нему интенсивно застроенную территорию, сформировавшуюся в европейских столицах в основном также до середины XIX в. (в дожелезнодорожную эпоху) и позднее охваченную кольцом железных дорог, вокзалов, промышленных и складских территорий. В следующие десятилетия эта зона существенно трансформировалась, но в значительной мере еще сохраняет старую планировку, здесь много ценных сооружений. По мере роста и территориального расширения административных, деловых, культурных, научных, торговых функций столиц эта зона все более перестраивается, подвергается перепланировке, изменяет свой облик и, что особенно важно, приобретает функции центра.

К центральным районам столиц могут быть отнесены центральная планировочная зона Москвы, ориентировочно в границах окружной железной дороги с примыкающими территориями; так называемый город и департамент Париж в черте "бульваров маршалов", заменивших снесенные в 1840 г. городские стены; так называемый собственно Лондон -– б. Лондонское графство, включавшее Сити и внутреннее кольцо старых пригородов – 12 городских округов; центральная зона Петербурга до Обводного канала, включая Васильевский остров, Петроградскую сторону.

Для центральных зон в целом, как и для исторических ядер столиц, характерно значительное превышение численности дневного населения

над ночным, постепенное снижение численности постоянного населения. К центральной зоне Нью-Йорка с известной условностью может быть отнесена вся территория графства Нью-Йорк (о-в Манхеттен –57 км^2).

Внешняя зона города. Критерии выделения внешней зоны города могут быть различными.

В настоящее время основная часть населения столичных городов сосредоточена в периферийных зонах, и по мере того, как вся территория этих зон заполняется сплошной застройкой, их население растет, но затем обнаруживает объективную тенденцию к снижению и экспансии за пределы городской черты.

– внешняя зона города в Москве и Петербурге административно включена в город (в Москве - в границах МКАД, в Петербурге – в городскую черту без населенных пунктов, подчиненных его администрации);

– в Париже выделена в так называемый "первый городской пояс", к которому отнесены 70 коммун, образовавших большую часть трех департаментов первого пояса (О-де-Сен с административным центром Нантер, Сен-Сен-Дени с центром Бобиньи, Вальд-де-Марн с центром Кретей), вместе с департаментом "Париж" они составляют фактическую территорию Парижа, или, по принятой во французских источниках терминологии, "агломерацию в узких границах";

– в Лондоне к периферийной зоне города может быть отнесен так называемый внешний пояс "старых пригородов", включающих 20 городских округов;

– в Нью-Йорке к этой зоне могут быть отнесены четыре графства (Бруклин, Квинс, Бронкс, Ричмонд), которые вместе с графством Нью-Йорк на о-ве Манхеттен образуют собственно Нью-Йорк (Нью-Йорк-сити).

Пригородная зона. Г.М. Лаппо отмечает, что пригородная зона «формируется под влиянием города, который стремится как можно полнее использовать окружающую территорию для удовлетворения его многообразных потребностей. Многофункциональность, нередкая конфликтность ситуаций, ограниченность ресурсов усложняют рациональное устройство пригородной зоны. Решение этой задачи закладывается в проект районной планировки пригородной зоны, который разрабатывается в комплексе с генеральным планом города.

Пригородная зона наделяется функциями, обеспечивающими жизнедеятельность города. Особо важное значение имеет сохранение экологического равновесия городской застройки и пригородных ландшафтов, что достигается соответствующими соотношениями застроенных и открытых пространств, устройством экологического каркаса территории, установлением такой антропогенной нагрузки на ландшафты, при которой природа сохраняла бы свою способность к восстановлению.

Пригородная зона обеспечивает город необходимыми для его жизнедеятельности природными ресурсами, прежде всего водными и служит местом производства малотранспортабельной и скоропортящейся сельскохозяйственной продукции. Она становится поставщиком для строек города строительных материалов из добываемых здесь же глины, песка, гравия, известняка, если их производство не вступает в резкое противоречие с требованиями охраны окружающей среды.

Пригородная зона служит и зоной отдыха. Получают развитие разные его виды и создается рекреационная инфраструктура, призванная обеспечить нужды отдыхающих. Рекреационные потребности населения учитываются при развитии транспортных сетей.

В пригородной зоне размещаются многие объекты коммунально-хозяйственного комплекса города: водопроводные станции и станции аэрации, полигоны для захоронения отходов, мусороперерабатывающие заводы, электроподстанции, тепловые электроцентрали. Здесь же находят место наиболее сложные и емкие по территории транспортные устройства и системы: аэропорты, сортировочные и грузовые станции, складские сооружения, грузовые речные порты.

Вся эта система жизнеобеспечения города возникает отнюдь не на свободной территории. В пределах территории, которую город склонен рассматривать как свою пригородную зону, подчиняющуюся его интересам, формируется агломерация, в состав которой входят и центры, независимые от города или связанные с ним узами партнерства, а не подчинения. Это обстоятельство весьма осложняет решение задачи территориального устройства пригородной зоны. Наряду с интересами города-центра необходимо учитывать также и интересы возникающих вблизи города поселений. Например, вокруг Москвы формируется рекреационная зона не только столицы, но и десятков подмосковных городов. То же можно сказать о зоне пригородного сельского хозяйства, об источниках водоснабжения, о системе очистки сточных вод и т.д.

Согласно рекомендациям градостроителей, радиус пригородной зоны больших городов устанавливается в среднем (для расчета брались города, расположенные в средней полосе России): для города с числом жителей свыше 1 млн –35–50 км, 0,5–1 млн – 25–30 км, 0,1–0,5 млн – 20–25 км.

Для ряда практических задач возникает необходимость определить границы зоны тяготения, которое проявляется в разных сферах (как к месту приложения труда, месту учебы, центру торговли, медицинского обслуживания, театральному центру и т.д.) Его масштабы зависят от ряда факторов, среди которых главные: привлекательность города-центра, определяемая набором, емкостью и качеством оказываемых услуг, и

условия доступности, выражаемые в затратах времени, необходимых для посещения центра.

Наиболее массовыми и характеризующимися ритмичностью, правильным распределением во времени в зоне (районе) тяготения предстают трудовые связи населения, т.е. поездки от мест жительства к местам приложения труда, расположенным в другом населенном пункте, в первую очередь из поселений пригородной зоны в город-центр. Максимально допустимые, с точки зрения населения, эти затраты имеют тенденцию в течение длительного времени сохраняться неизменными (или мало изменяющимися). В результате при постоянстве затрат времени на трудовые передвижения радиус зоны трудового тяготения с прогрессом транспорта существенно меняется.

Таким образом, город и окружающий его район необходимо рассматривать как единое целое.

Следовательно, планировочные мероприятия должны обеспечивать усиление этого единства, предусматривать создание единых систем расселения, транспортной, инженерной, рекреационной инфраструктур, единого экологического каркаса, а также сопряженное и согласованное развитие планировочных структур и планировочных каркасов города и района.

В целостном единстве "город-район" городу принадлежит активное, организующее начало. Он выступает побудителем изменений в своем окружении, определяя устройство пригородной территории – специализацию и зонирование сельского хозяйства, формирование пригородного расселения, развитие дорожной сети и др.

Поскольку взаимодействие в равной степени важно как для города-центра, так и для его окружения, то одной из ключевых задач планировки территории становится формирование рациональных, эффективных систем коммуникаций, обеспечивающих взаимодействие. От этого во многом зависит качество расселения.

Взаимоотношения города и его окружения должны основываться на соблюдении баланса интересов. Город не вправе рассматривать прилегающую территорию лишь как резерв собственного развития. Это территория, в стабильности и устойчивости которой он сам должен быть заинтересован.

Внешняя зона столичного региона. Под столичным регионом следует понимать зону, на которую распространяется непосредственное и интенсивное влияние столицы и необходимы связанные с ней целенаправленные градостроительные мероприятия; однако здесь перестает действовать важнейший градостроительный параметр, конструирующий агломерацию, – ежедневные маятниковые трудовые передвижения.

Внешняя зона становится ареной крупных мероприятий по развитию систем городов – "контрмагнитов", способствующих разгрузке агломерации, по созданию рекреационных зон, сельскохозяйственных баз и т.п., однако характер градостроительной политики здесь должен быть существенно иным. К столичным регионам могут быть отнесены: к Московскому региону – Москва и Московская область; Лондонскому – юго-восток Англии; Петербургскому – в границах Петербургской системы расселения; Парижскому региону – так называемый Парижский бассейн, включающий долину Сены от Парижа до Руана-Гавра; Нью-Йоркскому региону – район Ассоциации районной планировки Нью-Йорка.

Структура внутреннего пространства города довольно разнообразна и сложна. Кроме того, внешние очертания города могут иметь различную конфигурацию. Различают города полосовидной, вытянутой структуры, такие, как Волгоград, протянувшийся по обоим берегам Волги на 70 км. К типу городов с многоядерной структурой относится Брянск, состоящий по сути из четырех районов, в некоторой степени изолированных друг от друга глубокими оврагами и руслом реки Десна. Среди других типов можно выделить города компактной структуры.

Таким образом, сложность и многообразие пространственной структуры является неотъемлемой характеристикой крупного города. Пространственная структура наряду с другими важнейшими факторами существенно влияет на качество жизни городского населения.

2.5 Дифференциация городского населения

Бурный рост городов во всем мире обусловлен, прежде всего, процессами индустриализации, созданием большого числа новых рабочих мест. Приток сельского населения, ищущего лучшей доли, породил множество социальных проблем. Одна из таких – проблема адаптации сельских жителей в городе.

Одним из побочных негативных последствий было ухудшение качества населения, "разбавление" горожан вчерашними сельскими жителями, часть которых плохо адаптировалась к новым для них условиям жизни. И по истечении длительного времени новоселы продолжали чувствовать себя в городе неуютно, многие из них были бы склонны вернуться обратно в деревню.

В больших городах, которые притягивали основную часть переселенцев из села, образовался довольно многочисленный слой маргинального населения. Это сказалось и на качестве городской среды, так как население – один из ее компонентов, на криминальной ситуации и других явлениях социальной патологии. Маргинальные слои населения

представляют собой своего рода группу риска. Они плохо воспринимают городской образ жизни и остаются вне того влияния, которое оказывает на людей город как сосредоточие культуры, образования, искусства.

Таким образом, основанный на экстенсивном развитии экономики рост больших городов, питаемый миграционными потоками, был в России в значительной степени нездоровым явлением, который вверг города в напряженное состояние вечно не решаемых до конца проблем (жилищных, территориального роста, увеличения затрат времени на передвижение, экологических и т.д.), несмотря на затраты огромных средств и крупные объемы строительства.

Один из каналов постоянного привлечения малоквалифицированных трудовых ресурсов – строительство. В соответствии со сложившейся практикой строители по истечении непродолжительного срока получали квартиры, после чего значительная их часть покидала стройки и переходила в другие отрасли с менее тяжелыми условиями труда. Их место занимали новые кадры, привлекаемые из сельской местности, и все повторялось снова. Рассмотрим типизацию городского населения, которое позволит лучше понять особенности коренных горожан и горожан – недавних сельских жителей.

Типизация городского населения. В зависимости от времени проживания выделяются четыре группы населения:

1) "чистые" горожане, всю жизнь или более 3/4 ее прожили в городе. Часть из них – горожане второго или даже третьего поколения, ведут урбанизированный (городской) образ жизни, будучи его представителями, трансляторами и генераторами;

2) "преимущественно горожане", провели от 3/4 до половины жизни в городе, горожане первого поколения. Фон прежней аграрной культуры у них размыт и на поведении сказывается слабо;

3) "преимущественно селяне", провели более 1/4 и менее половины жизни в городе. Они еще находятся под сильным влиянием прежнего сельского образа жизни и освоили лишь "азы" городского;

4) "городские селяне", проведшие в селе всю или более 3/4 жизни. Находятся в стадии адаптации к городской среде, наиболее далеки от урбанизированного образа жизни, продолжают оставаться носителями преимущественно сельской культуры.

Заметна *разница в образовании* в этих группах. Лиц с высшим образованием среди селян – 8%, полуселян – 14, полугорожан – 18 и горожан – 21%. Среди селян высока доля рабочих (70%) и невелик процент служащих (10%). Горожане и полугорожане в гораздо большей степени демонстрируют приверженность к городскому образу жизни, чем полуселяне и селяне. При ответе на вопрос: "В каких поселениях, на наш взгляд, условия жизни предпочтительнее?" – села выбрали 16% селян, 6%

полуселян и только 3% горожан. Довольно отчетливо выражена ориентация на отъезд из города у городских селян, свидетельствующая о том, что они не совсем адаптировались в городе: 23% селян намерены уехать из данного города в ближайшие 2–3 года. У полуселян эта доля составляет 16%, у полугорожан – 14, у горожан возрастает до 18%. При этом 48% городских селян намерены жить в деревне.

Существенны различия в проведении досуга. Горожане и полугорожане более активно по сравнению с городскими селянами и полуселянами организуют и проводят его. Они гораздо чаще (более чем в два раза) посещают различного рода курсы по обучению иностранным языкам, игре на музыкальных инструментах, художественному вязанию и вышивке, технического творчества и т.д. Городские селяне и полуселяне заметно реже по сравнению с горожанами и полугорожанами читают художественную литературу (почти в 1,5 раза) и специальную литературу (в 2 раза), прослушивают научно-популярные лекции (в 2 раза), посещают концерты и спектакли (в 1,1 раза), занимаются общественной работой (в 1,5 раза).

Отмечается, что у городских селян доминируют не столько интеллектуальные или духовные виды занятий, сколько более простые, бытовые, повседневные (например, посещение родственников), либо занятия, связанные с отдыхом на природе. Это значит, что бывшие сельские жители уже не вписываются в рамки прежней сельской и еще не встроены в рамки новой городской системы. Они живут одновременно как бы в двух мирах, не будучи слиты ни с одним из них (Лаппо, 1997).

Жизнь в крупном городе оказывает влияние и на демографическое поведение своих жителей. Как отмечает Г.М. Лаппо, "крупнейшие города характеризуются низкими показателями естественного прироста. В них раньше, чем в городах других категорий, начался процесс **депопуляции**, выразившийся в превышении смертности над рождаемостью".

Вопросы для самопроверки

1. В чем была причина появления городов?
2. Чем выделялись города древнего мира и средневековья?
3. Какие были первые города-миллионеры?
4. Каковы особенности городов постиндустриальной эпохи?
5. Что такое агломерация?
6. Какие вы знаете типы и формы организации городского пространства?

3. ГОРОД КАК ЭКОСИСТЕМА

3.1 Город – сложная полиструктурная система

Системой называют такой объект, который можно расчленить на составные части – подсистемы различного уровня. При этом между такими подсистемами должно существовать определенное взаимодействие, в процессе которого происходят взаимные связи. Характер, структура, число, интенсивность, устойчивость таких связей позволяют судить о системе как о сложной или простой, стабильной или функционирующей, статической или динамической, поли- или моноструктурной.

Любой город (городская агломерация, система расселения) имеет несколько системных (в том числе экосистемных) характеристик, закономерности которых необходимо учитывать в процессе его исследования, конструирования или управления им.

Город – **сложная система**, характеризующаяся многообразными внутренними и внешними связями естественного, технического, социального происхождения. Как сложную систему город можно представить в виде динамичною взаимодействующего сочетания двух субсистем – *природной* и *антропогенной*, которые, в свою очередь, подразделяются на ряд взаимодействующих подсистем:

- природная – на геосистему, гидросистему, аэросистему и биосистему;
- антропогенная – на подсистемы производственную, градостроительную, инфраструктурную.

Вполне понятно, что и природные, и антропогенные подсистемы можно подразделить на подсистемы более низкого ранга, последние – на еще более низшего ранга и т.д.

Характер функционирования городской системы определяется динамикой процессов, протекающих в субсистемах, а также интенсивностью прямых и обратных положительных и отрицательных связей между ними. Так, природная субсистема характеризуется сложными геохимическими и биологическими процессами, идущими на территории города, преобразованием горных пород, участием в регенерации кислорода и воды в результате реакции фотосинтеза и кругооборота в природе других элементов, почвообразованием и т.д.

Антропогенную субсистему характеризуют создание и дальнейшее развитие структур техногенного происхождения, преобразование естественных ландшафтов в культурные. Взаимное влияние природной и антропогенной систем весьма велико, однако главное их различие заключается в том, что природная субсистема способна к саморегуляции и не нуждается в активном действии на нее антропогенной субсистемы

(скорее, наоборот), а антропогенная система, напротив, всецело зависит от природной. При этом человек как элемент природной субсистемы и одновременно социальное существо не только влияет на антропогенную субсистему, но и создает ее, оказывая сильное влияние и на природную субсистему, нередко лишая ее способности к саморегуляции.

Сложность городской системы состоит в том, что любое урбанистическое образование не функционирует в изоляции, внешние связи системы в целом, ее суб- и подсистем весьма велики. Так, *градостроительная подсистема* города одновременно представляет собой часть градостроительной системы более высокого ранга *региональной*; гидросистема города служит составной частью более крупной водной системы – бассейновой и т.д. В соответствии с этим и экзогенные (внешние) и эндогенные (внутренние) связи в городе как системы чрезвычайно сложны, что делает, по существу, невозможным их полный учет и доскональную оценку.

Город – **функционирующая система**, поскольку взаимосвязи ее элементов осуществляются в режиме повторяющихся циклов, что во многом определяет взаимодействие между ее субсистемами, подсистемами и отдельными элементами. Это свойство городской системы очень важно, так как позволяет хотя бы в самых общих чертах прогнозировать динамику протекающих в ней наиболее важных процессов.

Город – **динамическая система**, поскольку с течением времени он может количественно и, что не менее важно, качественно меняться. Это свойство города создает особые трудности при конструировании его перспективной модели, так как качественное его изменение, а, следовательно, и изменение его субсистем, происходит чаще всего в условиях большой неопределенности. Поэтому для городских систем необходимо знать не только их исходные элементы, но и виды действующих в них отношений и связей.

Как правило, в каждой сложной системе можно выделить несколько групп достаточно *устойчивых отношений*, которые определяют *структуру* того или иного вида. В сложных системах, называемых *полиструктурными*, *одновременно* существует *несколько* структур. В той же городской системе можно обнаружить демографическую, социально-экономическую, планировочную и другие структуры.

3.2 Экосистемные характеристики города

Экологической системой, как известно, называют любое сообщество живых организмов и среду их обитания, объединенных в единое функциональное целое, возникающее на основе взаимозависимости

и причинно-следственных связей, существующих между отдельными экологическими компонентами. Экосистемы могут быть разных размеров, например, глобальная экосистема – биосфера или экосистема гнилого пня – микроэкосистема. В отличие от биогеоценозов экосистемы не имеют достаточно четких границ, предопределенных биотопом, хотя по содержанию и близки к ним. В этом отношении город скорее экосистема, чем биогеоценоз, хотя экосистема и необычная, очень сильно отличающаяся от природных экологических систем.

Урбанизированные образования (в том числе города) находятся в весьма сложных отношениях с биосферой. С одной стороны, в городах живут люди, животные, птицы, насекомые, существует автотрофная растительность. Все это между собой связано. Следовательно, город (городскую агломерацию, систему расселения) можно считать, безусловно, экосистемой. Вместе с тем, многие исследователи, Ю. Одум, например, полагают, что если города – организмы, то их следует считать "паразитами" биосферы, наносящими вред "хозяевам" – природным ландшафтам.

Будучи сверхсложной полиструктурной системой, город не перестает быть одновременно и системой экологической, поскольку последнюю, как и в природных условиях, формируют организмы (растения-продуценты, человек, животные-консументы, грибы и микробы-деструкторы) вместе со средой их существования. При этом главными системообразующими процессами являются потоки вещества и энергии.

Вместе с тем, город – особая экосистема, основное отличие которой от экосистем, известных в природе, заключается в том, что в ней *доминирует человек.* Имитируя многие естественно протекающие в природных экосистемах процессы, силой своего ума и логикой социального поведения человек искусственно создает и регулирует потоки вещества и энергии, формирует и разрывает трофические цепи, во многом влияет на процессы теплового и газового обмена. Он во многом автор и среды своего обитания, ибо материальная сфера города, его архитектура – результат деятельности человека именно как социального существа.

В городских поселениях формируется особая среда жизни человека – городская (урбанизированная) среда. Это понятие было сформулировано известными учеными – урбанистами И.М. Майергойзом и Г.М.Лаппо. Это понятие, в основу которого положен *системный* подход, предложенный Берталанфи, американским ученым европейского происхождения (Австрия, в 1940 году), для исследований сложных объектов, где исследуются не сами элементы как таковые, а отношения связи между ними.

Системы могут быть материальные (живые и неживые) и абстрактные (например, информационные). Среди них можно выделить

несколько типов. Открытые системы: получив энергию, как бы возвращают ее, обновляясь. Закрытая система – замкнута, не способна к развитию. Например, скульптор вложил энергию в статую, она остается неизменной, и мы любуемся ею по прошествии нескольких столетий.

Выделяются системы – жесткие (любой механизм) и дискретные, которые могут существовать, даже если некоторые элементы выйдут из строя.

Среда города развивается в определенном природном ландшафте и поэтому включает:

– компоненты неживой (абиотической) природы – рельеф, климат, вода;

– компоненты живо природы (биоту) – растительность, животный мир.

Помимо природных, городская среда содержит компоненты, искусственно созданные человеком – техносферу: промышленные предприятия, жилые здания, транспорт. Городская среда – это все возрастающая масса продукта человеческих мыслей и человеческих рук. Именно человек создает, формирует город, поэтому население, его деятельность являются неотъемлемым компонентом городской среды.

Все компоненты активно взаимодействуют между собой, что обеспечивает их тесную взаимосвязь и целостность. Человек, создавая промышленность, транспортные сети, способствует формированию техносферы и в то же время изменяет природную среду.

Связи между компонентами могут быть прямыми – непосредственно влияющими на качество других, и косвенными, влияющими опосредовано.

Специфической особенностью городской среды как урбосистемы является ее приуроченность к определенному месту в географическом пространстве. Есть разница городской среды, расположенной на равнине, на Севере или в средней полосе.

Важную роль в жизни города имеет фактор времени. Существование городов в современном виде есть результат длительного исторического развития.

Урбосистема относится к открытым системам. Это означает, что она тесным образом связана с окружающей их территорией. Город, с одной стороны, выступает как мощный потребитель вещества, энергии, информации, которые поступают извне, с другой – как источник колоссальных выбросов в окружающую среду.

Урбосистемы – вероятностные, в них ответные реакции природы на антропогенное воздействие не удается спрогнозировать абсолютно точно. Они имеют двойственный характер развития: с одной стороны, функционируют по законам природы, с другой – по законам социально-экономического развития общества.

Среди природных компонентов выделяются геологическое строение, рельеф, климат, поверхностные и подземные воды, почвы, растительность и животный мир.

Элементы этой системы под воздействием человека меняются, некоторые быстро, другие медленно. Наиболее мобильные оказываются критическими в урбосистеме. В зависимости от условий воздействия критическими могут стать различные компоненты. Наиболее изменчивы – атмосферный воздух, вода, биота.

Особое место занимает *биота*. С одной стороны, это критический компонент урбосистемы, испытывающий на себе пагубные антропогенные воздействия уже со времени закладки городов (сведение лесов, расчистка строительных площадок и т.д.). С другой стороны, биота – стабилизирующее начало в урбосистеме.

Компоненты техносферы включают производство и его результаты, строительную деятельность, инфраструктуру. Они функционируют в определенной степени автономно.

Население (социум) выступает как потребитель результатов деятельности производства и одновременно как носитель разнообразных нематериальных потребностей. Социальные интересы людей, помимо материальных, включают широкий спектр потребностей культурного, экологического, морально-этического, национального, духовного, политического характера (рис. 3.1.).

Между основными компонентами урбосистемы возникают разные взаимосвязи – социально–экономические, природно-технические, территориально-рекреационные и др.

В процессе взаимодействия усиливаются противоречия между отдельными компонентами. Многие годы урбосистемы формировались с преимущественным креном в сторону производства. Оно играло огромную роль, нанося ущерб природе и социуму. Степень напряженности структуры урбосистемы усиливается вместе с возрастанием степени несовпадения взаимодействующих интересов.

Вполне понятно, что в решении проблемы устойчивого функционирования урбосистем важное значение приобретает поиск компромиссных решений, учитывающих и экономический рост и социальное развитие и состояние окружающей природной среды. Это отличает их от саморазвивающихся природных систем.

Урбосистемы управляемы. Отсюда вытекает важность целенаправленной человеческой деятельности по обеспечению устойчивого развития урбосистемы и их оптимизации. При этом следует иметь в виду повышение качества городской среды как сферы жизни человека.

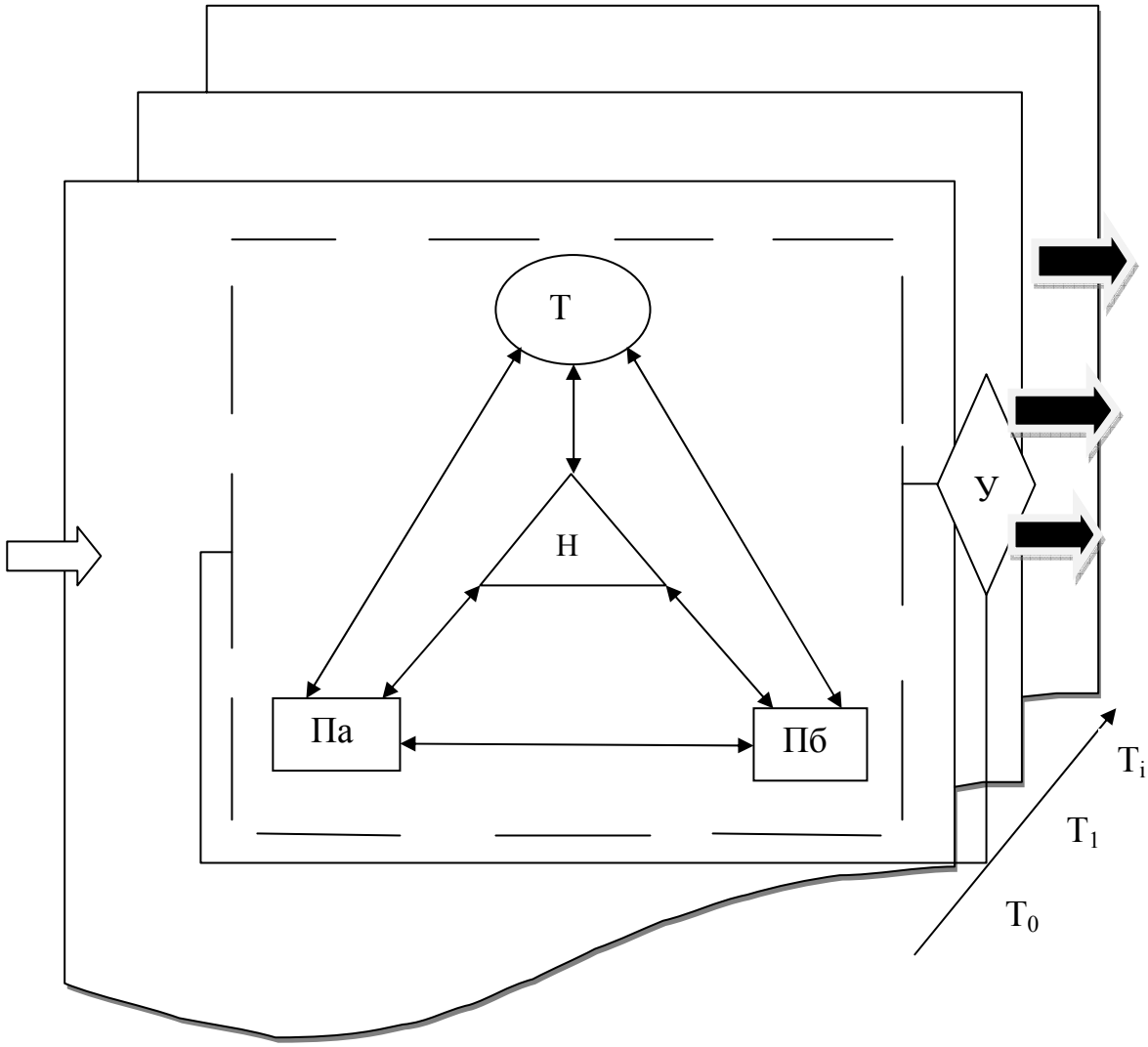


Рис. 3.1. Модель урбосистемы

***Н** – население; **Па** – природа абиотическая; **Пб** – природа биотическая*
***Т** – техносфера (производственные, инфраструктурные и другие объекты – результаты деятельности); **У** – управление; **T_0 … T_i** – шкала времени*
***стрелки светлая** – воздействие на систему, **темная** – воздействие системы;*
***контур** с **пунктирной** линией – управляемая часть системы;*
***контур** со **сплошной** линией – система в целом*

Городская среда представляет собой систему – сложное пространственно-временное образование. Все компоненты урбосистемы тесно взаимосвязаны, так что любое изменение в одном из них вызывает цепную реакцию изменений в других.

Различная организация урбосистемы предполагает обязательное соблюдение **закона оптимальности**. Суть закона оптимальности состоит в

том, что любая система функционирует с наибольшей эффективностью в определенных характерных для нее пространственно-временных пределах. Крайности в размерах любых систем опасны экологически и нерациональны экономически. Неэффективны как очень маленькие размеры урбосистемы, поскольку она не приобрела свои функции города, так и слишком большие. Гигантизм – всегда начало конца. Большой город, хотя и имеет огромные преимущества как информационного центра и простора для социального выбора, лифта, не лучшее место для жизни человека. Например, американцы, имеющие высочайшие небоскребы, банковские офисы, тем не менее, предпочитают жить в тихих и зеленых пригородах.

Не менее важное значение имеет закон необходимого разнообразия, который лежит в основе устойчивости урбосистемы. Никакая урбосистема не может сформироваться из абсолютно одинаковых элементов. Чем больше разнообразия в городской среде, тем она устойчивее и имеет большие возможности для развития.

Все условия среды, необходимые для жизни, играют равнозначную роль. Только их оптимальная совокупность обеспечивает процветание. В перечень этих условий для человека входят факторы как природной, так и социально-экономической среды.

Человечество и все живое существует постольку и до тех пор, пока его генетические возможности соответствуют параметрам окружающей среды. Несоответствие ведет к неминуемому вымиранию. Поэтому экологические блага сейчас имеют наивысший приоритет в развитии общества.

Критерием и индикатором успешности социально-экономического развития и экологических ограничений выступают показатели здоровья населения и продолжительность ее жизни, а также природные предпосылки обеспечения этих показателей. Поэтому целенаправленное и неконтролируемое развитие человечества в наши дни делается опасным, отсюда велико значение блага управления.

Особенности городской экосистемы в большой степени проявляются в таких ее характеристиках, как **полиморфность**, зависимость от смежных экосистем, аккумулирующая способность, неуравновешенность основных структур.

Городская экосистема *полиморфна,* она не может полностью "вписаться" в природную или тем более антропогенную субсистему города, так как средой обитания человека в городе являются и природные (гидросфера, атмосфера, геосфера и др.), и антропогенные (здания, элементы инфраструктуры и т.д.) подсистемы. Экосистема города как бы врастает во все материальные структуры города, будучи его "третьим" измерением и одновременно одной из видов его основных структур

(материальных, духовных, природно-экологических). Это свойство городских экосистем объясняет чрезвычайную сложность конструктивных вмешательств в урбоценозы с целью их оптимизации, невозможность их усовершенствования путем реконструкции какого-то одного вида структур.

Город – чрезвычайно **зависимая** экосистема. Все ***экосистемы*** – ***открытые образования***, но города – ***сверхоткрытые.*** Они полностью зависят от окружения, в чем проявляется экологический "паразитизм" урбанизированных образований. Город не может прокормить свое население, он "дышит чужим воздухом", "пьет чужую воду" и одновременно с этим выбрасывает в биосферу большое количество продуктов метаболизма. Это видно из таблицы 3.1, где приведены ориентировочные объемы некоторых ресурсов и размеры территорий, необходимых для покрытия их дефицита городом с населением 1 млн человек.

Таблица 3.1

Ориентировочное сопоставление компонентов природной среды и некоторых потребляемых ресурсов города с населением 1 млн жителей на территории 20 тыс. га [*по В.В. Владимирову, 1999*]

Наименование компонента или ресурса	Потребление	Воспроизводство	Территория, необходимая для покрытия дефицита, тыс. га
Атмосферный кислород	30 млн т	25-30 тыс. т	5000-6000
Вода	500 млн $м^3$	5 тыс. $м^3$	1500-2000
Почвенно-растительный покров для организации мест массового отдыха горожан	5 тыс. га	-	1000-2000
Строительные материалы, сырье для промышленности и др.	10-12 млн т	-	40-50
Топливо (условное)	8-9 млн т	-	25-30
Пищевые продукты	1 млн т	-	500-600

Помимо потребления природных ресурсов и энергии, стягиваемых с обширных пространств, современный город-миллионер производит огромное количество отходов. Так, по данным Б.Б. Прохорова, миллионный город ежегодно выбрасывает в атмосферу не менее 10–11 млн т водяных парок, 1,5–2 млн т пыли, 1,5 млн т окиси углерода, 0,25 млн т сернистого ангидрида, 0,3 млн т окислов азота, большое количество иных, небезразличных для здоровья человека и окружающей его среды загрязнений. Поэтому 15 млн поселений на нашей планете выступают как

основные очаги антропогенного возмущения в биосфере, а наиболее крупные из них, миллионные города, например, по масштабам воздействия на атмосферу иногда сравнивают с вулканами.

Город – **аккумулирующая** экосистема, поскольку положительный баланс обмена веществ в его пределах ведет к накоплению веществ. Для городов характерно образование на почве культурного слоя, достигающего толщины до 7–8 метров и включающего строительные и бытовые отходы прошедших эпох. Гигантские размеры приобретает аккумуляция вещества в промышленных городах, где образуется новый рельеф с терриконами, карьерами и др. Нередко впадины коренного рельефа в городах сглаживаются, водоемы заполняются наносным материалом, ручьи и речки превращаются в подземные коллекторы.

Город – **неравновесная** экосистема, поскольку его развитие определяется не законами природы, а деятельностью человека. Город – результат созидательной и разрушительной деятельности людей в течение многих лет. При определенной величине и хозяйственной специализации городов окружающие их природные территории поддерживали экологическое равновесие, способствовали обезвреживанию отходов, очистке вод, воздуха. Современные промышленные города чрезвычайно чувствительны к нарушению равновесия: сбой в работе водопроводного хозяйства, электроснабжения, отказы в работе очистных сооружений могут привести к локальному экологическому кризису.

Как и в любой экосистеме, в городе особенно важны потоки вещества и энергии. Основной методологической предпосылкой анализа потоков вещества и энергии служит гипотеза о том, что эти потоки, как и в других экосистемах, обусловливают организацию и внутреннюю структуру городской экосистемы.

Вместе с тем ясно, что характер этих процессов в естественных экосистемах иной, чем в городе. Город в тысячи раз больше потребляет, чем производит, и кажущаяся на первый взгляд сбалансированность потоков объясняется искусственным привлечением в город огромных количеств энергии, обеспечивающих жизнедеятельность городской экосистемы и позволяющих обеспечивать состояние искусственного гомеостаза (равновесия).

В отличие от естественных экосистем биомасса в городе **несбалансирована** – отношение *фитомассы к зоомассе* иное, чем в *естественных экосистемах* (главным образом за счет огромных масс людей), пищевые цепи и сети разомкнуты в основных их звеньях, и метаболизм города (процессы потребления воды и пищевых продуктов и выделение отходов жизнедеятельности) сильно отличается от круговорота вещества в природе. Продуктивность городских экосистем ничтожна, но сильное преобладание биомассы над продуктивностью не обеспечивает

высокой устойчивости городской экосистемы к внешним воздействиям из-за упрощенности ее состава. Поэтому и гомеостаз городской экосистемы может быть обеспечен другими средствами, нежели в естественных условиях. Область применения этих средств, их состав, функциональное содержание, роль в городской экосистеме и является конструктивным содержанием урбоэкологии.

Полифункциональность города проявляет большую устойчивость в ответ на какие-либо изменения в социально-экономической жизни общества.

Из этого закона вытекает **закон неравномерности развития** урбосистемы. Урбосистемы развиваются не синхронно, что увеличивает разнообразие. Законы запрещают абсолютное однообразие.

К числу фундаментальных относится **закон развития урбосистемы** за счет *окружающей среды*. Любая открытая система может развиваться только за счет использования материально-энергетических и информационных возможностей окружающей ее среды. Изолированное саморазвитие системы невозможно (II закон термодинамики).

Экологическое равновесие городской среды будет устойчивым при сохранении:

- ❖ гарантированного минимума видов, простейших абиотических образований в экосистеме;
- ❖ оптимального состояния экологических компонентов;
- ❖ видового разнообразия;
- ❖ баланса между интенсивно и экстенсивно эксплуатируемыми участками.

3.3 Виды и формы расселения

Комплексное неоднозначное воздействие урбанизации на природную среду, как и многообразные прямые и обратные связи природы с городами, городскими агломерациями весьма осложняют выбор наиболее "экологичных" форм и видов расселения, тем более, что одни и те же его формы в различных конкретных условиях могут иметь разную степень такой "экологичности". В общем виде наиболее важно рассмотреть особенности расселения с точки зрения его "совместимости" с природной средой применительно к разным его формам – городской и сельской; величине населенных мест, размещению населенных мест в макрозональном плане; планировочной структуре и рисунку расселения.

Под термином "расселение" понимается размещение населения на различных по величине территориях страны и ее регионов, отдельных

населенных мест, их систем и частей (городских районов, жилых микрорайонов, кварталов и др.).

До сих пор возникают дискуссии о том, какая форма расселения, *городская* или *сельская*, более экологична. Многие считают, что сельское расселение более гармонично сочетается с природной средой, поскольку удельные нагрузки на природу здесь меньше. Однако современное индустриальное сельскохозяйственное производство связано со значительными антропогенными нагрузками на природную среду, а большая его дисперсность ведет к тому, что зона активного воздействия сельскохозяйственного производства весьма обширна.

Поскольку и первая, и вторая формы расселения общественно необходимы, противопоставлять городское расселение сельскому достаточно бессмысленно, так как это не помогает решению проблемы. И городское, и сельское расселение могут быть и достаточно экологичными, и напротив, отличаться крайне агрессивным характером по отношению к природной среде. Все дело в конкретных социально-экономических, природно-климатических и других условиях.

Более важен в рассматриваемой проблеме вопрос о *величине населенных мест*, хотя и здесь также не всегда можно сделать однозначный вывод.

Если подходить к вопросу с гигиенических позиций, то чаще всего более "чистыми" считают малые города и сельские поселения. Такой подход также неоднозначен, поскольку конкретные условия могут внести существенные коррективы в это мнение. Например, мелкие поселки, расположенные при шахтах на месторождениях угля с высоким содержанием серы и золы, как и поселки, вблизи карьеров открытой добычи полезных ископаемых, отличаются крайне сложной экологической обстановкой. Гигиенические исследования показывают, что крупные и особенно крупнейшие города при прочих равных условиях уступают по санитарным характеристикам окружающей среды малым и средним городам, но превосходят их, как правило, по качеству санитарно-технической оснащенности и благоустройству. Крупные города и агломерации, обеспечивая высокий уровень жилищного строительства, культурно-бытового и медицинского обслуживания, отличаются одновременно большей концентрацией промышленности и высокой плотностью населения, что приводит к значительному загрязнению окружающей среды, несбалансированности мест приложения труда, нерациональным маятниковым передвижениям населения, застройке ценных природных ландшафтов и т.д.

Увеличение размеров города ведет к росту числа транспортных средств, что еще больше загрязняет воздушный бассейн и повышает шумовой фон среды обитания людей. В городах с населением свыше

500 тыс. жителей концентрация наиболее распространенных загрязнений атмосферы (пыли, окислов азота, сернистого и угарного газов) в 1,5–2 раза выше, чем в городах с 100 тыс. жителей. В атмосфере городов, развивающихся на базе металлургической или нефтеперерабатывающей промышленности, содержание сернистого газа в 2–3 раза больше, чем в городах аналогичной величины, но другого народнохозяйственного профиля. Увеличение числа автомобилей с 10 тыс. до 50 тыс. ведет к росту концентрации угарного газа в городском воздухе в 2–4 раза.

Увеличение плотности застройки (характерное для крупных городов) не только значительно снижает комфортность проживания, но ведет к скученности населения и росту эпидемиологически небезопасных контактов. Так, например, при плотности населения в ядрах агломерации менее 2500 чел. на 1 км^2 заболеваемость населения гриппом при прочих равных условиях меньше, чем в городах с плотностью населения 4000–5000 чел. на 1 км^2. В крупнейших городах при росте плотности населения на жилой территории с 300 до 1000 чел. на гектар заболеваемость дыхательных путей у детей увеличивается в 1,5–2 раза.

Если же к проблеме подходить не только с гигиенических, но и с более широких общеэкологических позиций, картина получается значительно более сложной. Не всегда малый город или сельское поселение может отличаться высокой степенью экологичности. В ряде случаев и сельский населенный пункт в силу особенностей его размещения, уклада жизни его обитателей, сложившейся экономической конъюнктуры и т.д. может стать настоящим экологическим паразитом в своем ареале (массовая вырубка леса вокруг поселения, интенсивное ведение монокультур при концентрированном применении пестицидов и минеральных удобрений, топка печей кизяком и т.д.). И, напротив, не всегда даже крупный город оказывает на окружающую его природную среду разрушающее действие. Примерами тому служат в первую очередь города, развивающиеся в экстремальных условиях аридной (засушливой) зоны. Как правило, в этих случаях возникновение городов ведет к появлению новых оазисов, усложнению экосистем, кардинальному улучшению экологических характеристик местности.

В целом же, учитывая растущие нагрузки на природу со стороны человека, все большую его энерговооруженность, мобильность, химизацию промышленности и сельского хозяйства, можно считать, что в средних условиях (достаточное количество осадков, значительная лесистость территории, отсутствие в городе промышленных предприятий высоких классов санитарной вредности и т.д.), проблемные ситуации в экологической сфере начинают возникать уже в городах с населением 80–100 тыс. жителей.

Антропогенное давление на природную среду со стороны городов растет вместе с их размерами. Это не линейная зависимость. Уровень антропогенного пресса в силу многих причин увеличивается несколько более медленными темпами, чем население города, хотя в этом кажущемся отставании скрыта возможность различных сюрпризов в виде локальных экологических кризисов. Любое нарушение (недостаточность, рассогласование и т.д.) в функциональной или экологической сфере города или городской агломерации компенсируется, как правило, за счет привлечения дополнительной энергии, вещества и других ресурсов извне. Однако постепенно накапливаясь такие нарушения могут привести к внезапной экологической катастрофе в каком-то одном или в нескольких экологических звеньях (прогрессирующая дигрессия и гибель крупных массивов зеленых насаждений, катастрофический дефицит водных ресурсов, образование фотохимического смога, внезапное заболевание населения специфическими болезнями и т.д.).

Размещение населенных мест в *макрозональном плане* также было предметом соответствующих дискуссий, хотя и значительно более редких. Высказывались, например, мнения о возможности создания "безвредных" расселенческих структур, которым больше всего соответствуют дифференцированные подходы к размещению производительных сил и населения.

Например, размещение производительных сил в субполярных и полярных районах вдоль побережья Северного ледовитого океана без колоссальных затрат на очистку промышленных стоков и выбросов и расселение населения в наиболее благоприятных средних и южных широтах могло бы стать альтернативой современному расселению (что при широком внедрении автоматизированных систем управления, телемеханики и электроники возможно даже при современном уровне развития науки и техники). Однако не говоря уже об абсолютной нереальности этой альтернативы по экономическим соображениям, подобное решение исходит из узкогигиенических антропоцентристских критериев и не может обеспечить действительно полноценное экологическое решение проблемы. То же самое можно сказать и о предложениях более скромного масштаба по децентрализации расселения в промышленных узлах, которые известны еще с 30-х годов ("Магнитогорье", рассредоточенная Москва и т.д.), хотя подобные решения в современных условиях и более приемлемы с экономической точки зрения, чем шестьдесят лет тому назад.

Одним из важнейших доводов в пользу линейных структур было стремление приблизить городскую застройку к природе. Вместе с тем не все концепции в необходимой мере учитывают конкретные социально-экономические и экологические условия. Линейные структуры не могут

быть одинаково "экологичными" во всех конкретных случаях (например, для водотока нет большей угрозы, чем многокилометровый город, а еще хуже полоса городов, вытянувшаяся вдоль него). Их приоритетность определяется многими факторами: гидрографической сетью, направлением преобладающих ветров, геоморфологическими и геохимическими характеристиками местности и т.д.

Таким образом, однозначно судить об "экологичности" городов, городских образований, систем расселения по какому-то частному, хотя и важному признаку достаточно сложно. Только комплексное исследование конкретной урбанистической структуры позволяет получать необходимые данные и сделать соответствующие выводы, поскольку каждый город индивидуален. Тем не менее, существуют обобщенные представления о некоем "экологическом" городе, составляющие суть концепции экополиса.

3.4 Понятие об экополисе

Под термином "**экополис**" обычно понимают городское поселение (город, поселок), при планировании, проектировании и строительстве которого учитывается комплекс экологических потребностей людей, включая создание благоприятных условий для существования многих видов растений и животных в его пределах.

Идея экополиса не только весьма привлекательна, она достаточно активно прорабатывается еще с давних времен. Экополис – дальнейшая разработка идей и мечты о "лучезарном городе" мыслителей прошлого. К сожалению, подход к пониманию, конструированию и созданию экополисов нередко связан с вульгаризацией этого понятия, а то и с откровенной спекуляцией им. Так, экополисами пытались объявить так называемые "соцгорода", застройка которых более напоминает "скальную архитектуру", ограничивается многоэтажными кварталами с плохим благоустройством и стихийным озеленением. И в жилищном строительстве, и в градостроительстве наших дней тенденции таковы, что города, к сожалению, скорее отдаляются от идеи экополиса, чем приближаются к ней.

Города прошлого также никогда не были экополисами. Вместе с тем они обладали все-таки многими качествами, которых современный город лишен. Правда, и здесь существуют мнения, что современные города в экологическом отношении намного превосходят своих предшественников. Так, сравнивая Нью-Йорк начала 1900-х годов с современным атлантическим гигантом, Ч. Гоулд отмечает, что в старом городе 20 тыс. его жителей ежегодно умирали от холеры и других заболеваний, разносчиками которых были мухи и другие насекомые (по его оценке

число мух в городе достигало нескольких десятков миллиардов), уровень преступности в городе был вдвое выше, проституция и венерические заболевания были распространены гораздо шире, а лечить их было гораздо труднее, пневмония и туберкулез, тиф, дифтерия, скарлатина уносили десятки тысяч жизней. В Нью-Йорке было 120 тыс. лошадей, которые создавали серьезные проблемы: сильные заторы движения транспорта, постоянный шум железных подков и грохот тяжелых подвод по булыжным мостовым, а также проблему уборки конского навоза с улиц и из конюшен. Серьезной проблемой были уборка и ликвидация лошадиных трупов – до 15 тыс. ежегодно. Нарисовав эту жутковатую картину, Ч. Гоулд делает вывод о том, что никогда бы не согласился жить в этом городе.

Здесь, как и в вечных спорах алармистов и технофилов, обострена одна сторона проблемы. Другая ее сторона во внимание не принимается. Так, в современном Нью-Йорке год от года растет смертность от рака легких, увеличивается число наркоманов, психических заболеваний. Вместо трупов лошадей приходится убирать до 40 тыс. автомобилей, брошенных их хозяевами на улицах, поскольку это, видимо, самый надежный и дешевый способ "утилизировать" отслужившую технику и т.д. Все это лишний раз убеждает в уязвимости однозначных оценок таких многообразных явлений, как урбанизация, городское развитие, экополис.

"Моделей" экополиса предлагалось достаточно много. Несколько шире понимал проблему НФ. Реймерс, который считал, что принципы создания экополиса должны отвечать следующим **трем основным** требованиям:

- соразмерности архитектурных форм (домов, улиц и др.) росту человека;
- пространственному единству водных и озелененных площадей, создающих хотя бы иллюзию вхождения природы в город и расчленяющих его на "субгорода";
- приватизации жилища, включающего элементы природного окружения непосредственно у дома, и квартирное озеленение (на балконах, вертикальное озеленение улиц, создание газонов на крышах домов и т.п.).

В целом же экополис – это главным образом малоэтажный город с обширными "природными каналами" садов, парков, лесопарков (даже лесов), полей, водоемов и т.п., создающий, как это было отмечено выше, благоприятные экологические условия как для жизни человека, так и для существования многих видов растений и животных в его пределах.

Самая сильная тема в *идее экополиса – тема озеленения*. Тезис "не зелень в городе, а город в зелени" особенно справедлив для экополиса. Более того, в условиях даже хорошо озелененного города необходимо всемерно увеличивать и усиливать автотрофный блок, снабжающий

городскую экосистему органическими веществами (продукты питания и сырье для человека; корм для домашних животных) и кислородом, использовать по возможности все свободные площади (не только землю, но также стены и крыши зданий) для выращивания зеленых растений, что может в значительной степени снять зависимость города от окружающих питающих экосистем и усилить его *саморегулируемость*.

Подобные представления об экополисе, безусловно, верны. Хотя тут же возникают вопросы. Как быть с существующими городами, особенно имеющими историческую ценность? Считать ли, что экополисы – это преимущественно новые города? Почему в малых городах, так называемых академгородках (Пущино, Протвино, Черноголовка и др.), наиболее соответствующих нашему представлению об экополисе, наблюдается повышенное число самоубийств?

Отдавая должное роли озеленения городов, удобству жилищ, комфортности физической городской среды в целом, нельзя забывать и о том, что *главным действующим лицом* в городской экосистеме является *человек*. Его социальная сущность предъявляет требования к экосистеме, в которой он живет. И не только с биологических позиций. Поэтому "экологичный" город-экополис и в социально-психологическом, и в эстетическом, и в других отношениях должен быть достойной средой обитания человека. В конечном счете, все поселения неизбежно должны превратиться в экополисы – таков экологический императив человеческого рода. Но, это абсолютно не уменьшает актуальности создания небольших поселений, в которых, имея в виду их сопряженность с крупными культурными центрами, можно обеспечить наиболее благоприятные условия для жизни людей.

Конечно, это непростая задача. Она будет решена, вероятно, путем рассредоточения крупнейших городов, создания систем небольших, удобных для жизни поселений вокруг культурных центров, приближения процессов городского метаболизма к естественным процессам, создания "безотходных" систем расселения и мощных систем экологической компенсации – сетчато-узловой структуры зеленых насаждений, воссоздания особо ценных и живописных ландшафтов и памятников культуры, строительства совершенных транспортных коммуникаций и т.д. По существу, робкие, совсем недостаточные еще шаги на пути оздоровления городской среды, предпринимаемые сегодня, – это одновременно и путь к созданию экополисов.

Вопросы для самопроверки

1. Каково строение, компоненты урбосистемы?

2. Перечислите основные абиотические составляющие урбосистемы?
3. Перечислите биотические составляющие урбосистем?
4. В чем заключаются особенности городской экосистемы?
5. Что включает в себя понятие «экополис»?

4. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ УРБАНИЗАЦИИ

Урбанистический образ жизни помимо очевидных преимуществ порождает множество проблем. В целом их можно сгруппировать в три больших блока: экологические, демографические и экономические. Рассмотрим экологические аспекты урбанизации.

Все больше возрастает роль интегративных факторов урбанизации, сфера урбанизации, локализованная ранее в городах, из-за их территориального роста все больше распространяется на сельскую местность, охватывая в целом все общество. Важнейшим материальным результатом современной урбанизации является крупная городская агломерация, скопление городских поселений, объединенных интенсивными многообразными связями в сложную динамическую систему.

Урбанистические структуры высшего территориального уровня – городские агломерации, урбанизированные районы, в целом групповые формы городского расселения усилили и углубили характер взаимодействия расселения с природной средой, поскольку природа и урбанизированная среда в современную эпоху взаимодействуют на больших пространствах, а расширяющийся процесс урбанизации не только ведет к усилению такого взаимодействия, но и вовлекает в этот процесс обширные межселенные территории – зоны отдыха, инженерно-технические коридоры и т.д. Появление групповых форм расселения предопределило новый этап во взаимоотношениях города и природы. Локальные формы взаимодействий урбанизированной и природной среды, характерные для автономных городов, вели, как правило, к очаговому нарушению среды, к деградации "опушки", сравнительно неширокого кольца природных комплексов вокруг городов. Групповые формы расселения, получившие широкое развитие в XX столетии и особенно во второй его половине, взаимодействуют с природной средой иначе: локальные формы взаимодействия уступают место региональным формам, характеризующимся большей глубиной изменений в природной среде, распространением и концентрацией антропогенных нагрузок на обширных территориях.

Городские агломерации, урбанизированные районы – это ареалы глубоко измененной антропогенной деятельностью природы, своеобразные фокусы все усиливающейся человеческой деятельности, территории, где особенно интенсивно происходит замещение естественных биогеоценозов урбо- и агроценозами. Многообразная деятельность человека, связанная с преобразованием природы, далеко выходит за пределы территории непосредственной застройки и оказывает влияние на все компоненты

природной среды. Так, например, физико-геологические изменения почв, подземных вод и других компонентов литогенной основы ощущаются в зависимости от конкретных условий в радиусе 25–30 км, биогеохимические изменения среды – на еще больших расстояниях. Исследования показывают, что крупные города, а тем более городские агломерации оказывают влияние на окружающую среду *на расстоянии в 50 раз большем, чем их собственный радиус*. Особенно сильно влияет урбанизированная среда на почвы, водоемы, воздушный бассейн и растительный покров.

Наиболее общие критерии силы антропогенного давления на природную среду в пределах урбанизированных территорий – это величина города или агломерации, плотность населения и застройки, хозяйственный профиль урбанизированного образования (отрасли промышленности, степень развитости санаторно-курортных функций и т.д.). Экологические характеристики урбанизированного района при высокой степени сближенности ядер агломераций между собой значительно хуже, чем у отдельной агломерации, вследствие "эффекта наложения" антропогенных нагрузок на одну и ту же территорию.

Все сказанное выше свидетельствует о том, что урбанистические образования выступают как исключительно мощные очаги возмущения и деградации природы. Вследствие огромной концентрации техногенных нагрузок в крупных городах и городских агломерациях, необратимого нарушения в них водно-земельного режима, примитивности и ничтожной биологической продуктивности урбоценозов даже в хорошо благоустроенных и озелененных поселениях сила и скорости антропогенных воздействий всегда будут превышать темпы адаптации к этим воздействиям природной среды.

Чтобы этого не происходило на обширных территориях, необходимо обеспечить природной среде в целом и отдельным ее компонентам равновесное состояние, то есть регенерацию чистой воды, воздуха, почвенно-растительного покрова, отдельных ландшафтов, экосистем и биогеоценозов. Биологическая "несостоятельность" урбоценозов должна постоянно компенсироваться более продуктивными биогеоценозами.

Урбанизированная среда и природа – противостоящие, но не исключающие друг друга понятия, поскольку у них есть одно очень важное общее свойство, вытекающее из социальной сущности человека – большой город и природа необходимы человеку, по существу, в равной мере.

Урбанизация – объективный процесс, и пытаться повернуть его вспять бессмысленно. Однако установить разумные пределы развития урбоценозов и исследовать их связи с биогеоценозами, безусловно, необходимо. Урбанизация – следствие научно-технической революции и

одна из важных предпосылок ее дальнейшего развития. И научно-техническая революция, и урбанизация наряду с положительными имеют и отрицательные стороны. Неконтролируемое расширение процесса урбанизации на всю территорию отдельных стран и крупных регионов неизбежно повлечет за собой нарушение нормального функционирования биогеоценотического покрова планеты. Поэтому наряду с урбанизированными территориями необходимо обеспечить сохранение и чисто природных пространств, способных воспроизводить не только биомассу как пищевое сырье, но и чистый воздух, воду, фауну, удовлетворять потребности человека в отдыхе, разнообразии природной среды. Вместе с тем в регулируемой и контролируемой урбанизации заложены огромные возможности планомерного преобразования природной среды, реальная возможность "конструировать" биогеоценозы с заранее заданными свойствами, необходимыми для их устойчивого развития и в условиях урбанизированной среды.

Между урбанизацией и природой существуют сложные диалектические связи. С одной стороны, процесс концентрации населения в весьма небольшом (по сравнению с сельской местностью) числе крупных поселений, безусловно, увеличивает силу антропогенного воздействия на природу и опасность ее разрушения в очагах урбанизации.

С другой стороны, в самой концентрации производства и населения заложены мощные экономические рычаги, позволяющие осуществить комплекс инженерных, технологических и гигиенических мероприятий по охране воды, воздуха, почвенно-растительного покрова в наиболее уязвимых для биосферы урбанизированных зонах. Более того, нередко урбанизация и индустриализация ведут к значительному улучшению экологической обстановки, например, при создании оазисов в аридных зонах.

Процесс урбанизации способствует также сохранению обширных природных ландшафтов за пределами зон концентрации городов. Правда, известно, что города порождают проблемы отдыха в природе, а отдых в природе, обусловленный потребностями современного человека в комфорте, делает в свою очередь необходимой урбанизацию зон отдыха.

Растущий уровень автомобилизации, увеличивающаяся мобильность населения все более расширяют зоны доступности человеком природных ландшафтов и в тоже время способствуют строительству автомобильных дорог и более равномерному распределению рекреационных нагрузок на природную среду.

Таким образом, воздействие урбанизации на природу далеко не однозначно. Поэтому природу можно сохранить, лишь преодолев отрицательные последствия и использовав преимущества этого процесса.

4.1 Функциональная оценка города

Воздействуя на окружающую среду, города, городские агломерации и сам человек испытывают с ее стороны ответные отрицательные реакции, нередко ведущие к конфликтным ситуациям в собственно градостроительной сфере (гибель зеленых насаждений, резкий дефицит водных ресурсов, ухудшение инженерно-геологической обстановки, социальные конфликты и др.). Таким образом, поиски путей совершенствования экологически оптимальной городской среды и городского природопользования неизбежно должны пересекаться и во многом обусловливать друг друга (Владимиров, 1996).

В то же время экологии городских ландшафтов в период с конца 70-х годов практически не уделялось внимания. В результате планировочная структура территории многих городов России и характер функционирования различных городских территорий не отвечают в настоящее время требованиям сохранения устойчивого развития городской среды. Причины этого, очевидно, следует искать в отсутствии интеграции между экологическими, градостроительными, экономическими, административными подходами к территориальному планированию городов.

Функциональная оценка города с позиции восприятия его человеком основывается на признании в качестве наиболее значимых следующих его свойств:

- среда, в которой формируются физические условия проживания – физиологическая среда жизни (санитарно-гигиенические, микроклиматические, безопасность жизни);
- удобство проживания, включая функционально-технический комфорт – условия экономически эффективной деятельности, коммуникаций;
- эстетическая функция среды, обеспечивающая воспроизводство культурных традиций населения.

Из перечисленных трех факторов, влияющих на выбор городского образа жизни, экологическим можно назвать лишь первый. Не отдавая реальных приоритетов ни одному из трех, тем не менее, следует сказать об их взаимообусловленности и равнозначности. Из этого следует вывод, что комфортной может являться та городская среда, в которой достигается баланс уровня качества перечисленных позиций, и это качество различно в каждой национальных культур.

При выборе места для строительства города рассматриваются две группы свойств природных компонентов среды (грунт, рельеф, вода, воздух, растительность): а) экономические и б) экологические. Превалирование тех или иных качественных и количественных

показателей предопределяет социально-экономические функции города. Экономические функции связывают воедино различные группы факторов, характеризующих ресурсную базу развития промышленности, строительство, наличии трудовых ресурсов, транспортные и информационные связи с другими населенными пунктами.

Наибольшие сложности с точки зрения контроля за состоянием среды возникают при эксплуатации территории, на первый план выступают экономические и социальные факторы. Создаются комфортные условия для жизни в городе: водопровод, канализация, электричество, прокладывается сеть газоснабжения, телефонные кабели, сеть транспортных коммуникаций (трамвай, троллейбус, метрополитен), строится благоустроенное жилье. Экономические условия диктуют концентрированное использование территории, что приводит к росту города "вверх" (строятся многоэтажные здания) и "вниз" – активно осваивается геологическая среда (подземные коммуникации, сооружения: гаражи, склады и др.). Большая часть территории закрывается асфальтом.

Экологическая организация рельефа города в течение последнего столетия во всех странах мира заключалась в проектировании и сооружении объектов, входящих в среду обитания человека, с целью ее постоянного улучшения и совершенствования. Для решения этой задачи на территории города обычно ведутся исследования в двух направлениях.

Первое направление – выявление территорий, неблагоприятных для строительства. В этом случае исследования рельефа проводятся с учетом требований:

- застройки (определение территорий с недопустимо крутыми склонами; с рельефом, ограничивающим длину зданий; выявление участков, неудобных для застройки по условиям отвода поверхностных вод);
- транспортных сообщений (определение трасс, непригодных для устройства улиц);
- организации стока ливневых вод и канализирования (установление бассейнов стока, водоразделов, тальвегов; определение территорий, канализируемых без перекачки; определение участков, неудобных для канализирования; выявление возможных трасс для коллекторов водостоков и хозяйственно-фекальной канализации).

Для жилищного строительства важна также экологическая оценка рельефа (замкнутые котловины с длительным застоем воздуха, сильно затененные участки неблагоприятны для здоровья человека, так как плохо проветриваются и недостаточно освещены).

Второе направление – вертикальная планировка. Это приспособление и изменение естественного рельефа городской территории к инженерно-транспортным нуждам и застройке.

К вертикальной планировке относятся создание рельефа, благоприятного для движения транспорта, канализирования районов города, размещения подземных сооружений, разрешения отдельных вопросов инженерной подготовки территории (например, обвалование города, подъем отметок поверхности городской территории выше затопляемых паводковыми водами участков, подсыпка заболоченных участков и т.п.).

Критерии выявления неблагоприятных для строительства территорий закреплены в "Строительных нормах и правилах" (СНиП), однако возникают во многом сходные геоморфологические проблемы, связанные с освоением территории и созданием комфортных условий. По данным ЦНИИП Градостроительства, около 20% городов страны расположены на территориях со сложным рельефом; в 52 городах (среди них Владивосток, Смоленск, Мурманск, Севастополь) более 50% городской застройки и в 57 городах 25–50% городской застройки размещаются на склонах повышенной крутизны.

Каждый конкретный вид градостроительного освоения предъявляет к рельефу территории свои специфические требования и вместе с тем характеризуется определенными видами, интенсивностью и масштабом преобразований. Практически нет городов, территории которых осваивались и осваиваются без осуществления специальных, зачастую весьма сложных и дорогостоящих комплексов их инженерной подготовки.

Экологическая организация города является специфической сферой деятельности, направленной на достижение и поддержание качества компонентов среды на уровне, соответствующем определенным стандартам. Эффективность экологической организации города самым непосредственным образом зависит от того, насколько учтено саморазвитие природных комплексов, их ответная реакция на воздействие, насколько учтены качества компонентов природной среды, их устойчивость к техногенным воздействиям.

Многообразная деятельность человека в городских агломерациях, связанная с преобразованием природы, далеко выходит за пределы территории непосредственной застройки и оказывает влияние на все компоненты природной среды. Так, физико-геологические изменения почв, подземных вод и других компонентов литогенной основы ощущаются в зависимости от конкретных условий в радиусе 25–30 км, биогеохимические изменения среды – на еще больших расстояниях. Крупные города, а тем более городские агломерации оказывают влияние на окружающую среду в радиусе в 50-65 раз больше, чем их собственный радиус (Башкин и др., 1993). Особенно сильно влияет урбанизированная среда на почвы, водоемы, воздушную среду и растительный покров. Наиболее общие критерии масштаба антропогенного давления на

природную среду в пределах урбанизированных территорий – величина города или агломерации, плотность населения и застройки, хозяйственный профиль урбанизированного образования (отрасли промышленности, степень развитости санитарно-курортных функций и т.д.). Экологические характеристики урбанизированного района при высокой степени сближенности ядер агломераций между собой значительно хуже, чем у отдельной агломерации, вследствие антагонистических эффектов антропогенных урбанистических нагрузок на одну и ту же территорию.

Следовательно, *урбанистические образования* выступают как исключительно мощные *антропогенные факторы деградации природы*. Вследствие огромной концентрации техногенных нагрузок в крупных городах и городских агломерациях, необратимого нарушения в них водно-земельного режима, примитивности биоразнообразия и ничтожной биологической продуктивности урбоценозов даже в хорошо благоустроенных и озелененных поселениях сила и скорости антропогенных воздействий всегда будут превышать темпы адаптации к этим воздействиям природной среды. Для избежания развития этих процессов на обширных пространствах необходимо обеспечить природной среде в целом и отдельным ее компонентам равновесное состояние, т.е. реабилитацию воды, воздуха, почвенно-растительного покрова, отдельных городских ландшафтов и всей урбоэкосистемы в целом.

Взаимодействие городских и природных компонентов урбоэкосистемы. При планировании городских территорий в течение последних десятилетий на первом месте стояли градостроительные и санитарно-гигиенические нормативы. Экологическим вопросам, как правило, уделялось остаточное внимание. При этом планирование, проектирование городских территорий велось по нормативам, определяющим требования не к городу как территориально целостному образованию, а к отдельным его районам, различным по функциям – промышленным зонам, селитебным территориям, инженерно-транспортным коридорам и т.д. В результате такого проектного подхода к городу как к разрозненным территориям планировочная структура многих городов не отвечает в настоящее время требованиям сохранения и устойчивого развития городских систем различного иерархического и функционального статуса.

Изменение этой ситуации возможно лишь при переходе на такой принцип проектирования, который предусматривает развитие не функций отдельных участков, а территории города как целостной урбоэкосистемы. При этом территория города определяется как объединенная единой пространственно-временной функцией и направленная на формирование условий жизнедеятельности проживающего населения в целях производства несельскохозяйственной продукции с максимально

возможной экономической эффективностью. При этом экономическая эффективность определяется как функция между затратами на производство продукта за счет потребления естественных ресурсов – земли, воды, воздуха и т.д., и затрат на требуемое принятыми стандартами воспроизводство качества окружающей среды, постоянно изменяемое в процессе производства.

Для понимания механизмов взаимного влияния городских и природных территориальных образований принципиально важно отметить, что городские структуры всегда имеют отрицательно направленное воздействие на природные ландшафты. Это сопровождается структурной и функциональной перестройкой природного ландшафта.

В результате перестройки трансформируется вертикальная и горизонтальная структура природно-территориальных комплексов, и они типологически переходят в другую категорию территориальных образований – становятся **городскими ландшафтами.**

Городские ландшафты можно определить как территориальную единицу, обладающую структурой, искусственно формируемой из исходной природной и постоянно перерабатываемой в результате строительства и функционирования городских объектов, инженерных коммуникаций и дорог с учетом действующих градостроительных нормативов (Курбатова, 2003). Основными элементами и факторами, образующими структуру ландшафтов в городе, становится улично-дорожная сеть и инженерные коммуникации. Они определяют как направленность, так и интенсивность основных потоков вещества и энергии. В предельном случае они забирают полностью все функции транзита веществ, энергии и информации.

В пределах города **динамика ландшафтов** определяется временем их нахождения в нем, степенью и видом городского влияния и наличием внутриландшафтных процессов, способствующих трансформации (ослаблению или усилению) антропогенного воздействия.

Основными компонентами, определяющими качество ландшафтов в условиях города, становятся растительный и почвенный покров, т.к. они имеют прямой социальный эффект. Именно они наравне с искусственными городскими сооружениями определяют внешнюю городскую специфику ландшафта, являясь внешними реперами, по состоянию которых можно судить об эффективности построения ландшафтной структуры, взаимосвязи между остальными компонентами ландшафта – литологической основой, гидрогеологическими и гидрохимическими условиями и т.д.

В свою очередь, почва и растительность являются наиболее лабильными и наиболее деградируемыми компонентами городских

ландшафтов, что и определяет скорость динамических изменений самих ландшафтов в целом.

Почва, растительность, это т.н. горизонтальная структура городского ландшафта. Помимо него, есть еще вертикальная структура.

Вертикальная структура городских ландшафтов. Развитие городов приводит к изменениям рельефа поверхности земли, физико-механических свойств пород, гидрогеологических условий, направленности физико-геологических процессов и явлений. Изменение рельефа происходит при вертикальной планировке, застройке и благоустройстве территории, добыче полезных ископаемых.

На городских территориях обычно идут два процесса – *понижение* и *повышение* отметок поверхности. Главный процесс связан со срезкой грунта, террасированием склонов, устройством выемок, опусканием и просадкой поверхности земли. Второй – с перемещением грунтов, складированием отвалов и твердых промышленных и бытовых отходов, гидронамывом грунтов, засыпкой оврагов, болот и т.д.

Изменение физико-механических свойств пород верхнего горизонта литосферы ощущается в городах на глубине до 20–50 м, реже до 100–300 м. Наиболее активно породы изменяются под воздействием статических и динамических нагрузок, обводнения и осушения, вибрации и электромагнитных излучений.

Влияние городской застройки на подземные воды ощущается на глубину до 100–150 м (иногда до 400–800 м). При этом существенно изменяются уровень стояния, температура и химический состав подземных вод, образуются зоны подпора и депрессий, нарушается равновесное взаимодействие поверхностных и подземных вод.

С изменением гидрогеологических условий связано развитие антропогенных геологических процессов (карст, суффозия, заболачивание, подтопление и др.), истощение ресурсов подземных вод, деформация поверхности земли и т.д.

В городах и городских агломерациях широко распространены физико-геологические процессы. Так, с деятельностью человека связано 60–85% случаев развития оползней и 80–95% случаев образования оврагов. При этом городская застройка ведет к активизации процессов, увеличивающих площадь непригодных городских земель.

Таким образом, можно заключить, что взаимодействие литосферы и расселения во многом определяют уровень энерговооруженности и химизации общества и его возможности в использовании подземного пространства. Как правило, поэтому негативные процессы в литосфере наиболее ярко проявляются в наиболее крупных городах (наличие крупных подземных коммуникаций, метрополитена, больших масс многоэтажных зданий, тяжелого наземного транспорта и т. д.), а также в

районах открытой добычи полезных ископаемых и ведения интенсивного сельского хозяйства (Владимиров, 1996).

Вопросы для самопроверки

1. *Из чего складывается функциональная оценка города?*
2. *Что характеризует экологическую организацию рельефа города?*
3. *В чем заключается особенности городского ландшафта?*
4. *Что понимается под вертикальной структурой городского ландшафта?*

5. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ГОРОДОВ С АБИОТИЧЕСКИМИ КОМПОНЕНТАМИ ОКРУЖАЮЩЕЙ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ

Города – в первую очередь материальные объекты, и их материальная основа – территория, геологическая среда, почвы, поверхностные и подземные воды, воздушный океан – все это абиотические компоненты биосферы, активно взаимодействующие с городскими структурами. Воздействие городов на эти компоненты весьма велико. Масштабны и деформации, и обратные реакции на городское давление всех этих компонентов.

5.1 Города и литосфера

Города и другие техногенные образования на Земле занимают примерно 2,5–3% ее суши. Но эта доля непрерывно растет. Каждый день в мире изымается для различных целей из сельского хозяйства 2 тыс. га земель, а общая их площадь (вместе с лесными и другими территориями) значительно больше. Считают, что уже к началу XXI века 15% суши будет занято городами, промышленными устройствами, и высказываются опасения, что через 150 лет (при современных темпах роста населения) на каждого жителя планеты будет приходиться менее 0,5 га территории.

Территория – важнейший фактор развития городов не только потому, что она необходима для их застройки и роста, но и потому, что без открытых пространств города и системы расселения существовать не могут. Проблема открытых пространств, как и проблема резервных территорий для городского развития, особенно актуальна в урбанизированных плотно заселенных странах. В Нидерландах, например, на каждого жителя приходится немногим более 0,25 га, включая городские, сельскохозяйственные земли, национальные парки и т.д. Население Нидерландов уже в течение нескольких столетий ведет героическую борьбу с морем, отвоевывая у него новые земли.

Земля имеет также и огромную *потребительскую ценность*, главным образом потому, что верхний ее горизонт является одним из важнейших компонентов биосферы – почвой. Почвы характеризуются высокой концентрацией в них живого вещества, продуктов его жизнедеятельности и отмирания, обладают высокой химической активностью. *Почвенный покров* представляет собой огромный *общепланетарный аккумулятор* и *распределитель энергии*, удерживающий в биосфере важнейшие для ее функционирования элементы – углерод, азот, калий, фосфор, кальций и др. Через почвенный покров

осуществляются сложнейшие процессы обмена веществ и энергии литосферы, атмосферы и гидросферы со всеми обитающими в биосфере организмами, в том числе человеком.

Запасы почвы на Земле достаточно велики, но условия для почвообразования существуют лишь на 22% поверхности планеты. Процесс почвообразования очень протяжен по времени: на создание слоя почвы толщиной 2–3 см требуется от 200 до 1000 лет. Гораздо быстрее происходит разрушение почвы вследствие естественных и антропогенных причин. Особенно легко в процессе водной эрозии и дефляции (раздувания ветром) почв нарушаются наиболее ценные сельскохозяйственные земли.

На территории города практически не остается почв как естественного продукта. Городские почвы – это специфическое образование, сформированное при активном участии антропогенного фактора и хозяйственной деятельности.

В настоящее время **мониторинг городских почв** показывает, что состояние многих городских почв, оцененное по принятым санитарно-гигиеническим методам (ПДК), близко к критическому или даже катастрофическому, когда в большинстве почв содержание многих загрязняющих веществ (тяжелые металлы, соли, стойкие органические соединения) превышает эти ПДК от нескольких раз до десятков и сотен раз.

Вообще говорить о высоком или низком уровне загрязнения очень сложно. Усредненная по территории, такая характеристика ничего не дает из-за пространственной неоднородности содержания загрязнителей и дискретности источников загрязнения.

Применяемые санитарно-гигиенические ПДК вредных веществ были разработаны для сельскохозяйственных почв и агроэкосистем (соответственно, рыбохозяйственные для водоемов с рыборазведением) и не имеют реального отношения к городским экосистемам. Это положение нашло свое отражение в величинах критических уровней содержания поллютантов, установленных в странах ЕС, США, Канады и многих развитых азиатских странах, которые во много раз (10–100–200) превосходят соответствующие величины ПДК для городских почв. Например, ПДК для содержания валового свинца в Москве (России) равно 38 мг/кг почвы, а в Англии – 300 и 2000 мг/кг для городских почв различного использования. Аналогичные примеры можно привести и для других элементов.

Таким образом, если перейти на международно принятые нормы оценки критического содержания загрязняющих веществ в почвах урбоэкосистем, то их состояние уже будет весьма дифференцированным, изменяясь от удовлетворительного до критического при различном соотношении этих рангов в различных частях города.

Почвы в городах также сильно изменены в результате деятельности человека. Часто естественные почвы просто отсутствуют, их заменяют искусственные насыпные антропопочвы. Наиболее неблагоприятная черта городских почв в отношении растений – их **повышенная уплотненность**, которая в свою очередь отрицательно воздействует на температурный режим почв, на состояние микроорганизмов и т.д. Городские почвы *обеднены органикой*, они содержат разнообразные загрязнители: *повышенные концентрации* соединений *металлов, солей* (особенно зимой, после действия антигололедных реагентов), строительный мусор и другие отходы, что нарушает естественные процессы, происходящие в почве, обедняет ее элементами питания растений.

Факторами, усложняющими структуру почвенного покрова, являются: наличие фундаментов зданий, линии метрополитена и запечатанная дневная поверхность. *Запечатанность почв*, например, в Москве, в пределах Садового кольца достигает 80-90% площади, территорий промышленных зон – до 80%. Почвы под жилой застройкой различаются по степени запечатанности от 20 до 70%.

Все компоненты городских ландшафтов подвергаются трансформации (амортизации). При этом наиболее сильной амортизации подвергается почвенный покров, который становится биотоксичным (подавляется развитие естественных микроорганизмов, прорастание семян, развитие корневой системы). Применяемая в городе система создания почвенного слоя при производстве работ по озеленению, особенно в части создания газонов, не дает положительного результата в силу недоучета особенностей строения почвенной толщи в естественных условиях. При подсыпке только торфяной смеси на поверхность грунта и замене грунта в посадочных ямах создаются первичные почвы (конструктоземы), не способные к саморазвитию в процессе дальнейшего функционирования. *Биологический ресурс* таких грунтов исчерпывается *в первые 2–3 года после посадки зеленых насаждений.*

Соответственно, должны различаться и методы реабилитации городских почв. Признавая обоснованность принятой в настоящее время практики реабилитации урбоэкосистем путем замены их загрязненных почв на инженерно созданные грунты и даже продолжение развертывания этой работы (примерно на 10–15% в год), необходимо рассмотреть и применение других реабилитационных технологий в зависимости от степени загрязненности почв и экосистем. Эти технологии весьма разнообразны и могут применяться как на месте, так и на специальных площадках (грунтовых заводах), куда вывозится реабилитируемая почва. В условиях городов для реабилитации почв на месте (без вывоза) широкое распространение должна получить фиторемедиация почв, основанная на выращивании специальных растений, поглотителей тяжелых металлов

(например, амаранта). Фиторемедиация особенно эффективна для удаления свинца из придорожных (50–100 м) почв. Напротив, на особо загрязненных участках возможно использование высокотехнологичных приемов, например, электрокинетических технологий для удаления тяжелых металлов, основанных на перемещении ионов металлов к аноду при подаче в почву маловольтажного напряжения.

Биологическая активность почвы и ее изменения под воздействием загрязнения. Согласно воззрениям современной биогеохимии, почва представляет собой открытую биокосную систему с наличием ряда прямых и обратных связей. Оценка антропогенного воздействия и соответствующей степени загрязнения почв может быть выполнена на основании данных по изменению химического состава твердой и жидкой фазы и с использованием принципов биологической индикации загрязнения. Биологическая индикация загрязнения почв включает методы оценки почвенной биоты (ботанические, зоологические), структуры биоценозов (микробиологические) и продуктов жизнедеятельности почвенных организмов (биохимические).

Ботанические методы фитомониторинга загрязнения почв достаточно хорошо разработаны и представляют собой сопряженный анализ биогеохимического круговорота загрязняющих веществ в системе почва-растение. Известны многие растения-индикаторы загрязнения, по их морфологическому виду и химическому составу можно с достаточной степенью уверенности судить о наличии поллютантов в почвах.

В последние годы сравнительно быстро развиваются почвенно-зоологические принципы индикации загрязнения. Наиболее ценны и информативны комплексы крупных беспозвоночных (дождевые черви, многоножки, личинки насекомых), которые менее космополиты.

Основой для развития альгологических методов загрязнения почв служит возможность количественной оценки изменения состава водорослей и их пигмент-активности в условиях поступления различных уровней поллютантов. Однако оцениваться должны именно доминантные для данной почвы виды водорослей и их группы.

Микробиологическая и биохимическая индикация почвенного загрязнения – наиболее сложные, но и наиболее информативные показатели. Микроорганизмы – очень чуткие индикаторы, резко реагирующие как на численность отдельных видов, так и на структуру микробного сообщества (микробиоценозы) при различных изменениях среды.

Показателями биологической активности почв могут служить количественные характеристики численности и биомассы разных групп почвенной биоты, их общая продуктивность, некоторые энергетические данные, активность основных процессов, связанных с круговоротом

элементов, ферментативная активность почв, а также количество и скорость накопления продуктов жизнедеятельности почвенных организмов.

Для определения размеров микробной биомассы и продуктивности используют не только прямые методы подсчета числа клеток, но и косвенные методы.

Наиболее общими являются методы, позволяющие оценить суммарные биологические процессы по величинам исходных или конечных продуктов. Например, дыхание почв оценивается по поглощению O_2 и/или выделению CO_2; активность азотфиксации по восстановлению ацетилена; разложение и накопление продуктов метаболизма – по изменению структуры аппликационных материалов (целлюлозы, хроматографической бумаги, целлофана). К числу методов, позволяющих определить потенциальную биологическую активность почв, относятся методы определения активности отдельных ферментов, таких, как уреаза, фосфатаза и другие.

Показатели, характеризующие состояние биологической активности почв, можно использовать для контроля загрязнения почв. Загрязняющие вещества можно условно подразделить на два большие класса:

- химическое загрязнение (тяжелые металлы, пестициды, нефтепродукты, радионуклиды, минеральные удобрения);
- биологическое загрязнение объектами биотехнологического производства (белки, белково-витаминные концентраты, лекарственные препараты, условно патогенные и патогенные микроорганизмы).

Биологическая индикация химического загрязнения. Тяжелые металлы (ТМ) влияют существенным образом на численность, видовой состав и жизнедеятельность почвенных организмов. Под воздействием ТМ происходит ингибирование процессов минерализации и синтеза различных веществ в почвах, подавление дыхания и развития мутагенных процессов.

Большинство тяжелых металлов при накоплении в почвах ингибируют активность почвенных ферментов: каталазы, уреазы, амилазы, дегидрогеназы, инвертазы. Токсичность ТМ неодинаково проявляется по отношению к различным ферментам. Например, в дерново-подзолистой почве наиболее чувствительна каталаза, активность которой снижалась на 25% при концентрации Cd, в 3 раза превышающей фоновую, Zn – в 10 раз и Pb – в 25 раз. Активность каталазы проявляет низкую чувствительность.

Установлен ряд токсического воздействия тяжелых металлов на ферментативную активность почв: Cd > Pb > Zn > Cu. Следует отметить, однако, что при низких концентрациях ТМ происходит слабое стимулирующее действие на активность ферментов. Например, активность дегидрогеназы увеличивается на 10% в присутствии 700 мг Zn на кг почвы,

активность уреазы – в присутствии 2 мг/кг Cd (Звягинцев, 1989). Это еще раз подтверждает гипотезу о наличии зон дефицита, оптимума и избытка при оценке адаптации биоты к воздействию различных химических веществ.

Тяжелые металлы при избыточном накоплении в почвах могут вызвать изменения общей численности почвенных микроорганизмов.

Засоление и подщелачивание городских почв. Воздействие солей на почвы городских ландшафтов проявляется в форме засоления (избыточное содержание солей в почвенном растворе) и подщелачивания (избыточное накопление натрия в почвенном поглощающем комплексе). Этот вид загрязнения почв в городах связан с применением антигололедных препаратов зимой.

В течение длительного времени в большинстве городов России и сопредельных стран в качестве антигололедного препарата применялся хлорид натрия. Экологические последствия связаны как с засолением, так и подщелачиванием городских почв. Применение смесей на основе хлоридов кальция в течение зимнего периода имеет ряд преимуществ, важнейшими из которых являются меньшие доза внесения, меньшее воздействие на развитие растений, поскольку кальций-ион полезен для формирования почвенной структуры, для нейтрализации кислотных выпадений, для питания растений и микроорганизмов. Несмотря на эти очевидные плюсы, имеются и минусы: кальций гораздо сильнее закрепляется в почвенном поглощающем комплексе и происходит его аккумуляция в городских почвах с формированием кальциевой засоленности, хотя это явление лучше натриевой засоленности.

Засоление определяется концентрацией ионов, растворенных в почвенной воде и напрямую измеряется на основании электропроводности (ЕС). Определение ЕС проводится в водных экстрактах из почв или в насыщенных почвенных пастах (смеси почвы и воды в пропорции 2:1).

Метод насыщенной почвенной пасты позволяет оценить содержание солей при нормальной полевой влажности почвы, равной 4-кратной величине влажности завядания растений.

При величине электропроводности в насыщенной почвенной пасте в размере 4 дециСименса/м почва считается засоленной и в ней возможно ингибирование роста чувствительных растений.

Подщелачивание. Для оценки содержания натрия в почве и воздействия его избыточного количества на растения и почвенные организмы используется два параметра. Это степень адсорбции натрия и процент обменного натрия. Первый параметр используется для описания состава почвенного раствора и может применяться для предсказания величин процента обменного натрия.

При величине обменного натрия более 15% почва считается подщелоченной. Избыточное содержание натрия приводит к разрушению почвенной структуры, поэтому при величине около 50% необходимо проводить ремедиацию почв.

Применение только санитарно-гигиенических ПДК почв не позволяет реально оценить степень их загрязненности и экологического состояния. Накопленный экспериментальный материал позволяет определить оптимальные показатели качества городских почв. Если состояние почв городских экосистем существенно отличается от отмеченных параметров, то необходимо проведение **ремедиации,** или **восстановления почв**.

Процессы эрозии и дефляции почв особенно активно протекают в плотнозаселенных районах, в городских агломерациях, на территориях городов, где эти процессы, помимо концентрированной физической антропогенной нагрузки, осложнены сильно измененными в условиях урбанизации электромагнитным, гидродинамическим, геохимическим и гравитационным режимами.

Помимо водной эрозии и дефляции почв, которые широко распространены не только в пределах систем расселения, но и в районах товарного зернового хозяйства, заселенных сравнительно неплотно, почвенный покров подвержен физическим разрушениям в результате открытой добычи полезных ископаемых, физического воздействия тяжелых сельскохозяйственных машин, загрязнения пестицидами, минеральными удобрениями и солями тяжелых металлов, засорения бытовым мусором и производственными отходами. Как отдельную проблему можно выделить "психологическое загрязнение" ландшафта.

Ежегодно из недр Земли извлекается около 100 млрд т горных пород, при этом значительная их часть добывается *открытым способом*. В России, например, треть каменного угля и значительное количество железной руды добывается таким способом, и в перспективе объемы вскрышных работ еще более возрастут. Открытые разработки полезных ископаемых нарушают не только почвенный покров. Поскольку карьеры достигают значительной глубины (до 0,8–1,0 км), нарушаются и гидрогеологические условия, возникают так называемые "лунные ландшафты".

Многие нарушенные земли находятся в непосредственной близости от больших и крупных городов, в их пригородных зонах, где развито наиболее продуктивное сельскохозяйственное производство, сосредоточены места кратковременного загородного отдыха людей. При этом большие нарушения почвенного покрова в местах расселения людей происходят не только и не столько в результате открытой добычи полезных ископаемых, а как последствие строительства различного рода

выемок, насыпей, образования терриконов и т.д. Сама градостроительная деятельность невозможна без перемещения грунта, срезки почвенного слоя и т.д.

Большую опасность представляет неумеренное применение *пестицидов* (гербицидов, инсектицидов и дефолиантов), а также минеральных удобрений.

Неумелое внесение химических соединений в почву вызывает резко отрицательный эффект в численности и активности почвенной фауны. Пестициды и минеральные удобрения загрязняют не только почву, но также поверхностные и подземные воды, поэтому их применение в плотнозаселенных городских агломерациях приходится регламентировать особенно строго.

Проблема ликвидации твердых бытовых отходов (ТБО), или, попросту говоря, мусора была известна еще на заре человеческих поселений. Сейчас именно доисторические свалки представляют серьезнейшие объекты исследования археологов. С тех пор масштабы образования мусора на планете выросли в сотни тысяч раз. По своему составу ТБО неоднородны и содержат макулатуру (20–40% от общей массы), черные и цветные металлы (2–5%), пищевые отходы (20–40%), пластмассу (1–5%), стекло (4–6%), текстиль (4–6%), и т.д.

В настоящее время на земном шаре ежегодно образуется около 1 млрд т мусора (в США не менее 150 млн т, Японии – 35 млн т, Великобритании –20 млн т, ФРГ – 20 млн т, России – до 30 млн т). Значительное место в бытовом мусоре занимают отбросы из синтетических материалов, которые практически не расщепляются естественным путем, накапливаются в окружающей среде и загрязняют почву и воду. На каждого жителя Земли приходится более 20 т опасных отходов (вместе с промышленными). Значительные объемы бытовых отходов хранятся на свалках. Хранение мусора на неприспособленных свалках чревато опасностью загрязнения почвы и воды в границах городских агломераций. А свалки, как правило, находятся далеко не в самом лучшем состоянии.

Серьезную экологическую опасность представляют твердые промышленные отходы, объемы которых в несколько раз превышают объемы ТБО. Некоторые отрасли промышленности – энергетическая, горнорудная, химическая, черная металлургия и др. большую часть переработанного сырья пускают в отходы. Свалки, полигоны, хвостохранилища могут занимать значительные территории и содержать до нескольких миллиардов кубометров отходов. Современная ТЭЦ, например, требует под золоотвалы до 1000–1200 га, шлаковые отвалы на металлургических заводах проектируются из расчета 10 т/м^2 и могут занимать также более тысячи га, хвостохранилища горно-обогатительных

комбинатов требуют отвода, как правило, тысяч гектаров нередко плодородной земли. Промышленные отходы опасны не только тем, что они занимают много места, заиливают водостоки, неэстетичны, но прежде всего тем, что могут самовозгораться (терриконики и свалки металлической стружки), содержат ядовитые вещества и соли тяжелых металлов, которые вымываются осадками, выветриваются, загрязняя почву, водный и воздушный бассейны.

В разных частях планеты широко известно явление геохимических аномалий в ландшафте. Так, например, в почвах лесостепи и степи недостаточно меди, таежная зона характеризуется недостаточностью меди и кобальта, серые лесные почвы бедны молибденом и т.д. Известны геохимические аномалии, характеризующиеся избыточным содержанием тех или иных элементов. Известны также и болезни, порожденные такими аномалиями – эндемичный зоб (недостаток фтора), уровская болезнь (избыток стронция и дефицит кальция) и т.д. Большие масштабы производства металлов и несовершенная технология ведут к тому, что на планете образуются большие ареалы искусственных геохимических аномалий. Так, например, до настоящего времени на Земле выплавлено не менее 20 млрд т железа, а весь мировой металлофонд составляет 6 млрд т, 14 млрд т рассеяно в биосфере. В России из-за коррозии и истирания теряется не менее 2 млн т железа, т.е. около 10% от выплавляемого ежегодно металла Подобные "потери" на многих металлургических заводах достигают 20%.

В результате неполного использования сырья, прямых потерь и отходов производства к середине следующего века концентрация некоторых элементов в почве увеличится в 10–100 раз и более. В будущем, если не изменится технология, суммарная величина техногенного поступления некоторых элементов превысит их естественное содержание в гумусовом слое в десятки тысяч раз. Выброс металлов в биосферу в процессе техногенеза пропорционален плотности населения, поэтому особенно опасно формирование техногенных геохимических аномалий в пределах городских агломераций, систем расселения.

Специфическая проблема – это так называемое психологическое "загрязнение" ландшафта, то есть прогрессирующее снижение эстетических качеств пригородных и урбанизированных территорий вследствие их безликой структуры или несоответствующей данному ландшафту застройки, засорение ландшафта железобетонными и другими конструкциями, увеличение доли в ландшафте так называемых "бросовых" земель и т.д.

Безликая застройка городов, игнорирование законов композиции, колористики, ритмики и т.д., появление одинаковых, скучных и неудобных для жизни многоэтажных домов, ликвидация нормальных, соразмерных

человеку дворовых пространств формируют антигуманную среду не только по ее функциональным качествам, но и по негативному воздействию на нервную систему человека. Значительные масштабы индустриального строительства, решающего чисто утилитарные задачи, с каждым годом обостряют эту негативную проблему.

Особенно опасно рассеивание в биосфере ртути, свинца, меди, цинка. В зоне загрязнения ртутного комбината, например, 1 кг почвы содержит до 400 мг ртути, тогда как фоновое загрязнение в среднем составляет 0,1 мг/кг. Ртуть, содержащаяся в пестицидах, отходах целлюлозно-бумажного и хлорного производства особенно долго удерживается в биосфере и образует при соединении с органическими веществами особо вредные соединения метил-ртути. Оправление ртутью характеризуется поражением хромосомного аппарата (болезнь Минамата в Японии и др.). Свинец содержится не только в отходах предприятий по его выплавке и рафинированию, но и в выхлопных газах автомобилей (в течение года один автомобиль выбрасывает более 1 кг свинца). Вдоль автодорог образовались достаточно широкие (до 150 м) полосы свинцовых геохимических аномалий, в пределах которых 1 кг сухой биомассы содержит до 50 мг свинца (100 мг на 1 кг корма смертельны для скота). Свинец очень прочно удерживается гумусом, накапливается в верхних слоях почвы и может привести также к заболеванию хромосомного аппарата у животных и человека Повышение количества меди и цинка в почвах приводит к замедленному росту растений и снижению урожайности сельскохозяйственных культур. Цинк содержат промышленные отходы, суперфосфатные удобрения, сельскохозяйственные сточные воды, медь – промышленные выбросы, стоки с рудников и медьсодержащие фунгициды.

К сожалению, и на пригородные ландшафты еще смотрят не только как на территории, в функциональном отношении связанные с массовым отдыхом и пригородным сельским хозяйством, но главным образом как на само собой разумеющееся место для устройства свалок, различных складов и баз и т.д. И склады, и свалки, безусловно, нужны и чаще всего именно в пригородных зонах, но их следует размещать упорядоченно, в определенных местах.

Пригородные территории – это арена наиболее интенсивной (после городских территорий) застройки. При этом случайная их застройка, увлечение стандартными объемами общественных и жилых зданий, нередко уродливые конструкции архитектуры малых форм, водонапорных башен, промышленных и транспортных объектов, не в меньшей, а может быть, даже в большей степени, чем строительный и бытовой мусор уродуют ландшафт, резко снижают его эстетическую ценность. Продолжающаяся застройка вдоль пригородных территорий, вдоль транспортных магистралей, возведение многоэтажных зданий там, где это не диктуется необходимостью, полное игнорирование интересов композиции застройки, гармоничного сочетания природного и

антропогенного ландшафта – не меньшее зло, чем ухудшение экологических характеристик территории.

Процессы взаимодействия литосферы с урбанистическими образованиями многообразны как по их физической, химической природе, так и по времени антропогенных воздействий на почвогрунты и глубинные геологические структуры. При этом комплексное влияние нескольких факторов (статические и динамические нагрузки, химические превращения, влияние электромагнитных излучений, токсинов и др.) существенно изменяет участки литосферы, делая их в ряде случаев не пригодными для застройки, ведения сельского или лесного хозяйства. Наиболее характерными в этом отношении представляются взаимодействия градостроительных структур с литогенной основой ландшафта.

Развитие городов приводит к изменениям рельефа поверхности земли, физико-механических свойств пород гидрогеологических условий, направленности физико-геологических процессов и явлений. Изменение рельефа происходит при вертикальной планировке, застройке и благоустройстве территории, добыче полезных ископаемых. На городских территориях обычно идут два процесса: понижение и повышение отметок поверхности. Главный процесс связан со срезкой грунта, террасированием склонов, устройством выемок, опусканием и просадкой поверхности земли. Второй – с перемещением грунтов, складированием отвалов и твердых промышленных и бытовых отходов, гидронамывом грунтов, засыпкой оврагов, болот и т.д.

В городах и городских агломерациях широко распространены негативные *физико-геологические процессы*. Так, с деятельностью человека связано 60–85% случаев развития оползней и 80–95% случаев образования оврагов. При этом городская застройка ведет к активизации процессов, увеличивающих непригодные городские земли. Как правило, негативные процессы в литосфере наиболее ярко проявляются в наиболее крупных городах (наличие крупных подземных коммуникаций, метрополитена, больших масс многоэтажных зданий, тяжелого наземного транспорта и т.д.), а также в районах открытой добычи полезных ископаемых и ведения интенсивного сельского хозяйства.

Изменение физико-механических свойств пород верхнего горизонта литосферы ощущается в городах на глубине до 20–50 м, реже до 100–300 м. Наиболее активно породы изменяются под воздействием статических и динамических нагрузок, обводнения и осушения, вибрации и электромагнитных излучений.

Влияние городской застройки на подземные воды прослеживается на глубину до 100–150 м (иногда до 400–800 м). При этом существенно изменяются уровень стояния, температура и химический состав подземных

вод, образуются зоны подпора и депрессий, нарушается равновесное взаимодействие поверхностных и подземных вод. Понижение уровня подземных вод больше всего зависит от дренажей, регулирования паводков, откачки вод. Во многих крупных городах и городских агломерациях сформировались воронки депрессий диаметром несколько десятков и сотен километров и глубиной несколько сотен метров. На повышение уровня подземных вод влияют инфильтрации из водохранилищ, полей фильтрации, утечка воды из подземных сетей, резервуаров и т.д. В ряде городов и пригородных территорий эти явления носят региональный характер. Особенно широкое развитие такие явления получили в районах с распространением макропористых лессовидных суглинков (Правобережная Украина, Западная Сибирь и др.). В особо неблагоприятных случаях (ошибочный выбор площадки, небрежное производство работ по прокладке подземных коммуникаций, наличие рядом водохранилища и др.) изменение свойств фунтов вследствие их намокания может приобрести катастрофический характер, примером чему может служить г. Волгодонск.

С изменением гидрогеологических условий связано развитие антропогенных геологических процессов (карст, суффозия, заболачивание, подтопление и др.), истощение ресурсов подземных вод, деформация поверхности земли и т.д.

5.1.1 Геологическая среда города

Воздействие геологических факторов на городские экосистемы Геологическая среда является одним из важнейших геоэкологических факторов, определяющих развитие экологии города. В течение длительного времени развития городов наиболее заметные изменения произошли в почвогрунтах, гидрогеологическом и геологическом строении "подземных" горизонтов городской экосистемы.

Все экосистемы, в т.ч. и городские подвержены влиянию природных катаклизмов, протекающих со значительными скоростями, не позволяющими произойти адаптации и зачастую разрушающими экосистемы. К ним в геосфере относятся землетрясения, извержения вулканов и т.д.

При строительстве любой городской агломерации эти факторы должны учитываться при выборе местоположения, конструкции сооружения и проектировании средств защиты. Недоучет этих факторов приводил к человеческим жертвам и нарушениям экосистемы городов.

Области распространения **землетрясений** на нашей планете чаще всего увязываются с границами тектонических плит. Две трети

землетрясений приходится на Тихоокеанский пояс вдоль границ нескольких тектонических плит.

Второй пояс протягивается вдоль границ плит от Малайского архипелага, вдоль Гималаев и далее в Средиземноморье. Общее количество землетрясений здесь меньше, чем в Тихоокеанском поясе, но количество жертв значительно выше за счет высокой плотности населения. География землетрясений весьма обширна, и даже в районе Северного моря время от времени фиксируются подземные бури. По самым скромным подсчетам только землетрясения XX века унесли более миллиона жизней, причинив астрономический ущерб.

Землетрясения разрушают дома и коммуникации, в результате чего вспыхивают пожары, довершающие разрушения. В прибрежных городах разрушениям от землетрясений добавляют цунами – гигантские волны, достигающие в высоту десятков метров. Скорость распространения цунами, зафиксированная при Чилийском землетрясении 22 мая 1960 г., составила 840 км/час. В список пострадавших городов входят Иерихон, Содом и Гоморра, Лиссабон, Токио, Иокогама, Калькутта, Сан-Франциско, Таншань, Ашхабад, Ташкент, Спитак, Нефтегорск.

Тщательные расследования в пострадавших городах, выявили, что чаще всего разрушаются старые постройки, возводившиеся без учета сейсмической активности района, новые постройки, укрепленные железобетонными конструкциями, как правило, выдерживали толчки. Кроме того, своевременное отключение газа и электричества предотвращало возникновение пожаров. Еще одна, характерная для бывшего СССР причина разрушения домов – некачественная кладка на тонком растворе, которая была и в Ташкенте, и в Спитаке, и в Нефтегорске.

Извержения вулканов сопровождаются лавовыми потоками и выбросами пепла. В истории известны случаи, когда под пеплом и лавой были погребены города: Помпея и Геркуланум. Зачастую извержения сопровождаются подземными толчками и выбросами ядовитых газов. Так, в 2001 г. при извержении вулкана на островах Вануату (Тихий океан) пепел и дым от вулкана уничтожили все посевы и загрязнили водоемы на соседнем острове Гаама, лишив население питьевой воды. При каждом извержении Этны улицы близлежащих городов покрываются толстым слоем пепла. В 2002 г. при извержении вулкана Ньирагонго (Африка) лава устремилась через город Гома к озеру Киви, разрезав его надвое, сметая на своем 45-километровом пути все деревни и села. Всего уничтожено 14 населенных пунктов.

Антропогенные изменения городской геологической среды Появившийся как биологический вид *Homo sapiens* развивается по общим законам экологии. Однако природа человека ставит его по отношению к

миру живой природы в особое положение в связи с тем, что он активно влияет на среду обитания, приспосабливая ее к своим потребностям. При этом скорости преобразования вместе с развитием цивилизации возрастают, человеческая деятельность становится определяющим фактором развития экосистем, а в связи с ростом скоростей возможности адаптации живых организмов к изменяющейся среде обитания сокращаются, что ведет к гибели многих живых организмов и разрушению экосистем, делает человека "заложником" изменяемой им среды. Антропогенное влияние на литосферу помимо прямого воздействия – изменения поверхности, увеличение статической и динамической нагрузки (строительство дорог, зданий, тоннелей, развитие промышленности, сельского хозяйства и т.д.) оказывают влияние на изменение и активизацию природных ресурсов (изменение водного и теплового режима, просадки, провалы, оползни, суффозия и т.д., вплоть до активизации землетрясений).

Геологический процесс формирования **антропогенных отложений (**антропогенный литогенез**)** начался с появлением человека на Земле, которая служит средой обитания около миллиона лет.

На протяжении всей истории воздействие человека на окружающую природную среду постоянно возрастало. На современном этапе научно-технической революции эти воздействия на геосреду достигли планетарных масштабов. Антропогенный литогенез – процесс, связанный с видами жизнедеятельности человека: добычей полезных ископаемых, строительством, промышленным производством, селитебой (городские и сельские поселения), водным хозяйством, сельским хозяйством и др.

Под **антропогенными отложениями** понимается новый тип молодых геологических образований, связанных с инженерно-строительной и хозяйственной деятельностью человека, так называемое **накопление культурного слоя:** все разнообразие отложений, формирование которых связано с различными видами деятельности человека.

В связи с развитием горного дела, индустриализации, урбанизации, ростом крупных промышленно-городских агломераций усилился процесс накопления антропогенных образований. Ежегодно из недр Земли извлекаются огромные массы грунтов, которые перераспределяются на ее поверхности. Ежегодно накапливаются миллиарды тонн различных промышленных, хозяйственных и бытовых отходов. Только одного шлака за последнее десятилетие скопилось около 20 млрд. т.

Антропогенный литогенез по суммарному объему и скорости накопления отложений сопоставим с природными процессами, а по некоторым показателям превосходит их. Мощности антропогенных отложений в засыпанных шахтах достигают 500–800 м; терриконов в

Уэльсе – 300 м; в США (штат Флорида) – 100 м; в Донбассе, Кузбассе – 10–80–100 м, Караганде – 10–50 м, мощность грунтовых отвалов из карьеров – 100–150 м, хвостохранилищ – до 30–50 м и намывных грунтов – 2–8 м. Максимальные мощности культурного слоя в городах также весьма значительны: Одесса, Киев – 44 м, Баку – 40, Москва – 24, Воронеж – 20, Ташкент – 18, Волгоград – 17, Новгород – 14, Саратов – 12, Санкт–Петербург – 10, Лондон – 25, Сан-Франциско – 23, Париж – 20 м и т.д.

Огромное разнообразие антропогенных отложений именовалось раньше одним словом "насыпь". Позднее стали выделять "песчаную насыпь", "глинистую насыпь" и "свалки".

Особое место в антропогенных образованиях занимают централизованные и стихийные **свалки хозяйственно-бытовых отходов**, являющиеся локальными источниками загрязнения подземных вод. Учитывая массовость и стихийность возникновения несанкционированных свалок, для которых не проводились ни оценка геологического строения и защищенности грунтовых вод, ни инженерная подготовка территории, и отсыпка отходов производится с нарушениями регламента, можно отнести этот экологический фактор к региональным процессам, по крайней мере, вблизи больших городов.

Загрязнение грунтовых вод в зонах размещения стационарных (санкционированных) свалок характеризуются широким спектром загрязнителей, включающим весь список токсичных веществ СанПиНа. Ореолы загрязнения достигают значения километров, что чрезвычайно опасно для сельских поселений, расположенных ниже по потоку грунтовых вод от свалки и водоснабжающихся за счет колодцев.

Кроме минерального загрязнения, свалки характеризуются развитием процесса разложения органики, в результате чего продуцируется метан, скопление которого при концентрации свыше 5% является пожароопасным, а при 20% и более – взрывоопасным. Даже после вывоза загрязненного грунта и рекультивации свалки остается остаточное загрязнение, которое, ликвидируется за счет самоочистки в течение 20–30 лет.

Увеличение статической и динамической нагрузки в городах сопровождается уменьшением влажности и пористости грунтов, а также увеличением их объемного веса. Удельное давление от веса зданий, сооружений, насыпей и отвалов в современных городах колеблется от 0,1 до 10–20 кг/см^2 и более. Высотное здание МГУ возвышается на 180 м, и уплотнение пород под весом здания вызвало осадку поверхности земли под его центром в 4,7 см. Например, в Архангельске, где 80% территории сложено торфяниками, отдельные дома опустились на 1–3 м, а участки дорог – на 3–4 м. Особенно опасны для сооружений неравномерные осадки. Знаменитая Пизанская башня просела всего на 2 м, но разница

опускания основания между его северным и южным краями составила 1,8 м, что привело к отклонению башни от вертикального положения на 10°.

Динамические нагрузки (вибрации, удары и толчки) уплотняют рыхлые грунты. В Москве здания, расположенные вдоль улиц с интенсивным движением транспорта, осели в среднем на 3–8 мм больше, чем находящиеся в переулках и тупиках. Среди зданий в зоне вибрационного влияния метро есть такие, которые подверглись дополнительной осадке на 5–20 см.

Уплотнение грунтов при обезвоживании их корнями деревьев происходит в городах там, где распространены глины. В результате обезвоженные грунты уплотняются, происходит их неравномерное оседание, а это вызывает деформацию расположенных на них уличных покрытий и даже зданий (Горшков, 1998).

Геоэкологические процессы, в виде сдвижения горных пород в массиве называют нисходящие движения участков земной поверхности над горными выработками с образованием проседания и провалов. В городах, расположенных на подрабатываемых территориях, это явление наносит большой материальный ущерб, так как приводит к разрушению дорог, мостов, каналов, зданий, подземных магистралей и др.

Такие явления имеют место в Кривом Роге, Караганде, Прокопьевске, Осинниках, Ленинск-Кузнецке, Донецке, Горловке, Кадиевке, Макеевке и др. (Мягков, 1995).

Выветривание и другие процессы разрушения. Выпадающие на городскую территорию осадки обладают повышенной агрессивностью (растворы ряда кислот, солей, органических веществ с примесью мелких твердых частиц). Резкие гидротермические колебания и прямое воздействие ингредиентов городской атмосферы создают благоприятную обстановку для разрушения искусственных материалов городских объектов (пример, городские архитектурные памятники):

- коррозия в результате ударов твердых частиц,
- накопление и переотложение твердых частиц,
- прямое химическое разрушение,
- электрохимическая коррозия.

Эоловые процессы. В городах ветер поднимает значительное количество пыли со всех поверхностей (дымовые трубы, вытяжные устройства, транспорт и т.д.), не защищенных растительностью, в результате чего концентрация примесей в воздухе в среднем всегда на 2–3 порядка выше, чем в воздухе сельской местности. Особенно велика аккумуляция в городах эоловой пыли там, где ведется карьерная разработка полезных ископаемых.

Поверхностный смыв. Годовой сток с городских территорий обычно больше, чем в естественных условиях. Этому способствует преимущественная оголенность городского рельефа, разреженность растительного покрова озелененных участков. Этот смыв активизирует **овражную эрозию** в городах с увеличением водности временных водотоков за счет утечек из водопроводной сети и каналов ливневого стока.

Оползни – скользящее смещение масс пород природного склона или искусственного откоса под влиянием силы тяжести.

Тело оползня представляет собой сползающую по склону массу породы, ограниченную снизу поверхностью скольжения. По форме, объему, типу, скорости движения и другим признакам оползни очень разнообразны. Скорость движения – от миллиметров в неделю до десятков километров в час. Провоцирование оползневых процессов в городах происходит под воздействием ряда факторов:

1) подрезка склонов;
2) дополнительная нагрузка на неустойчивые массивы пород;
3) их обводнение;
4) динамические нагрузки.

Сели – водные потоки, насыщенные твердым материалом. Формируются чаще всего во время ливневых осадков и снеготаяния в холмистых или горных районах при наличии большого количества рыхлого, выветренного материала. Образование селей часто провоцируется наличием техногенных отложений.

Освоение и использование подземного пространства городов связано с проблемой эффективного использования свободной городской территории, особенное значение эта проблема приобретает в крупных городах при создании наиболее компактных городских структур. Городская застройка на поверхности земли приводит к неоправданному разрастанию городов вширь, порождает транспортные, трудовые, хозяйственно-бытовые и другие неудобства для населения. К тому же существует большая группа зданий и сооружений, которые по своему функциональному назначению могут быть успешно размещены в подземном пространстве.

Строительство подземных сооружений вызывает в большинстве случаев значительное изменение природных инженерно-геологических и гидрогеологических условий.

Процесс производства подземных строительных работ сопровождается выемкой пород, нарушением их природного напряженного состояния. При этом формируется комплекс новых геодинамических процессов и явлений, приводящих, как правило, к значительному ухудшению строительных свойств пород, что вызывает

необходимость выполнения специальных предупредительных мероприятий (техническая мелиорация, устройство шпунтовых ограждений, крепежных приспособлений и т.д.).

Особую опасность при осуществлении подземного строительства представляют отступления от технологии работ, внезапные прорывы воды, плывунов и газов, приводящие к возникновению аварийных ситуаций.

5.2 Города и гидросфера

Для нормальной жизнедеятельности современного человека достаточно 300–400 л воды в сутки, т.е. в тысячу раз меньше, чем за это же время реки уносят в океан (1 млн км^3). Однако развитие промышленности орошаемого земледелия, энергетики привело к тому, что в действительности используется значительно большая часть устойчивого речного стока. Ситуация осложняется еще и тем, что водные ресурсы распределены по территории крайне неравномерно.

Взаимодействие гидросферы и городских структур в современных условиях характеризуют *следующие основные особенности*. Концентрация антропогенных нагрузок на водный бассейн вследствие больших размеров городских агломераций, сосредоточения в них вредных в санитарном отношении отраслей промышленности, гигантских объемов поверхностного (ливневого) стока с урбанизированных территорий, многообразие водопользования очень велика.

Поверхностный сток с городских территорий составляет 10–15% от хозяйственно-бытовых стоков. Этот вид сточных вод особенно загрязнен, поскольку содержит и загрязнения, вымываемые из атмосферного воздуха. В качестве наиболее общего критерия загрязнения воды выступает величина биологической потребности воды в кислороде ($БПК_в$, или $БПК_{полн}$), т.е. количество кислорода в мг, необходимое для окисления органических загрязнений в 1 л воды. Чем выше БПК, тем более загрязнена вода. Водоем можно считать практически чистым, если БПК воды в нем не превышает 5–6 г/м^3. $БПК_{полн}$ поверхностного стока городов составляет, как правило, не менее 30–40 мг/л, а в некоторых случаях в весеннее время значительно превышает 100–200 мг/л.

Большую опасность во все времена представляло *бактериальное загрязнение* поверхностных вод, приводившее к вспышкам массовых эпидемий брюшного тифа и холеры еще в середине прошлого века. Отдельные отголоски той эпохи дают о себе знать и по сей день. Прогресс санитарной гигиены и инженерии в городах выдвинул на первое место промышленные загрязнения водного бассейна. В отличие от коммунально-бытовых стоков, характеризующихся известным постоянством состава в

производственных стоках с каждым годом увеличивается набор биологически неразложимых веществ, среди которых есть особо ядовитые, такие как цианиды, соединения свинца и ртути. Необходимо также иметь в виду и то, что многие отходы значительно повышают *токсичность* при соединении с другими загрязнителями. Так, например, 8 мг/л цинка или 2 мг/л меди не вредны для пресноводных рыб, но уже 1/10 часть их смеси может уничтожить в реке все живое.

Воздействие городов на гидросферу множественно как по характеру антропогенного пресса, так и по месту. В любой системе расселения городской агломерации существуют сотни источников загрязнения водного бассейна, что в значительной степени осложняет общую картину.

Значительная подвижность водной среды способствует переносу загрязнений на значительные расстояния, а каскадное загрязнение того или иного водного бассейна способствует сохранению высоких уровней загрязнения рек в пределах систем расселения.

И, наконец, по мере роста и концентрации интенсивности антропогенных воздействий на водный бассейн резко возрастают обратные реакции гидросферы. Это проявляется, прежде всего, в резком снижении качества поверхностных, а в ряде случаев и подземных вод. Причем, утрата качества происходит не всегда постепенно, этот процесс может развиваться скачкообразно (например, эвтрофикация бессточных водоемов, просадки земли в результате чрезмерного отбора подземных вод и т.д.).

Наиболее массированным и опасным *для гидросферы* является ее загрязнение сточными водами. В составе сточных вод большинства городских агломераций, крупных городов преобладают стоки промышленных предприятий (70–80% всех стоков). В перспективе можно ожидать значительного снижения доли промышленных стоков за счет некоторого роста хозяйственно-бытового водопотребления и существенного сокращения потребления воды на производственные нужды.

Считают, что производственные стоки в 3–4 раза более загрязнены, чем коммунально-бытовые, хотя токсичность их в целом в десятки и сотни раз может превышать соответствующий показатель коммунально-бытовых сточных вод.

Положение не было бы столь острым, если бы не происходило увеличение объемов загрязненных водотоков и водоемов *сточными водами* по мере роста населения, стремительной урбанизации и развития промышленности и сельского хозяйства. Объем загрязненных вод на земном шаре превышает в настоящее время 5000 км^3 в год, что составляет 20% годового речного стока (в ФРГ загрязнена половина поверхностных вод, в США – более одной трети, критические уровни загрязнения водных

бассейнов отмечаются в Англии, Нидерландах, Бельгии, Японии, в некоторых районах Франции и Швеции).

Большую опасность представляет *загрязнение* подземных водоносных горизонтов вследствие фильтрации воды, содержащей токсичные вещества в основном в местах размещения городских свалок, скотомогильников, а также из-за практикующейся еще, к сожалению, закачки промышленных сточных вод в подземные пласты. Опасность загрязнения подземных вод весьма серьезна, если принять во внимание их большое значение для хозяйственно-питьевого водоснабжения и весьма низкую регенеративную способность.

Загрязнение поверхностных и подземных вод наносит большой ущерб экономике многих стран как вследствие потерь в рыбном хозяйстве, непомерно высоких расходов на водоподготовку, более активной коррозии металлических частей подводных конструкций и гидравлических агрегатов, так и вследствие повышенной заболеваемости населения, пользующегося водой недостаточно высокого качества.

В настоящее время в мире используется не более 10% пресной воды. Тем не менее, острота водной проблемы ощущается повсеместно. Через 50–70 лет для разбавления загрязнений, которые к тому времени будут выбрасываться в реки и озера, потребуется не менее половины стока рек всего земного шара. Если учесть, что для окончательного обезвреживания даже коммунально-бытовых сточных вод после очистки необходимо 5–10-кратное их разбавление, нетрудно понять чрезвычайную остроту водной проблемы уже в сравнительно недалеком будущем.

Влияние градостроительства на количественные и качественные характеристики природных вод определяется в первую очередь забором воды на производственные и коммунально-бытовые нужды, сбросом промышленных стоков, спуском хозяйственно-бытовых сточных вод, а также загрязнением водного бассейна ливневыми сточными водами. Все эти факторы непосредственно зависят от численности населения системы расселения или отдельного города застроенной площади, развития водоемких отраслей промышленности, объемов водопотребления и т.д.

Загрязнение подземных вод происходит, как правило, в значительно меньших масштабах (за исключением тех случаев, когда в подземные горизонты закачиваются сточные воды промышленных предприятий). Однако и способность к самоочищению у подземных вод значительно ниже. Главными источниками загрязнения подземных вод в пределах городов и городских агломераций являются свалки и потери в канализационной сети (которые могут достигать 10% от объема сточных вод). Воды, стекающие со свалок, загрязнены химически и бактериально в 10 раз сильнее, чем обычные хозяйственно-бытовые стоки. *Зона влияния крупных свалок* на подземные воды – *не менее 3–5 км*. Отмечается и

прогрессирующее загрязнение почвенного покрова и подпочвенных горизонтов нефтью и нефтепродуктами. Углеводородные загрязнения в концентрации 1:1000 000 могут сделать воду непригодной для питья. Нефть также закупоривает поры фильтрационного пояса почв, такое загрязнение может держаться в зоне грунтового водосбора несколько десятилетий.

Огромное влияние оказывает антропогенная деятельность на состояние подземной гидросферы. Сюда относятся непреднамеренное или преднамеренное изменение запасов подземных вод, нарушения режима подземных вод в результате перераспределения поверхностного стока, подпора за счет сокращения площадей живого тока, загрязнения подземных вод и т.д.

Резкое увеличение отбора **подземных вод** во многих странах мира пришлось на 50–80-е годы прошлого века и привело к существенному **истощению** и изменению гидрогеологических условий и других компонентов окружающей среды. На больших площадях отмечалось прекращение самоизлива из скважин, падение уровней и напоров эксплуатируемых горизонтов, изменения качества воды вызваны либо подсосом соленых подземных вод, либо интрузией морских вод в эксплуатируемые горизонты.

В районах интенсивной эксплуатации подземных вод наблюдалось развитие таких экологических факторов, как изменение поверхностного стока, просадка земной поверхности, изменение ландшафтных условий.

Известны случаи, когда истощение запасов происходило в результате строительства водохранилищ, при этом наблюдалось ухудшение качества воды за счет подсоса соленых подземных вод со склонов и из более глубоких горизонтов.

Подземные воды для многих стран являются основным источником водоснабжения (табл. 5.2.).

Для РФ доля поверхностных вод в хозяйственно-бытовом водоснабжении достигает 70%, и более 60% городов снабжается в основном за счет этих вод. Для США доля подземных вод составляет ~20%, и используются эти воды в основном для сельского хозяйства. Города почти целиком снабжаются за счет поверхностных вод.

Загрязнение подземных вод в настоящее время носит, в основном, локальный характер, но проявляется практически повсеместно и поэтому должно рассматриваться как региональное явление. При этом, как отмечают многие специалисты, угроза загрязнения подземных вод представляет во много раз большую опасность, чем угроза физической нехватки воды.

Загрязнение подземных вод связано с загрязнением окружающей природной среды и степенью их защиты от загрязнения с поверхности.

Грунтовые воды (первый от поверхности водоносный горизонт), как правило, не защищены от загрязнения, и на сельскохозяйственных угодьях загрязнены нитратами, нитритами, пестицидами и т.д. и характеризуются повышенной по отношению к фоновой минерализацией.

Таблица 5.2

Использование подземных вод в хозяйственных целях

Страны	Использование подземных вод, км^3/год		Доля подземных вод в питьевом водоснабжении, %
	для всех целей	для питьевого водоснабжения (коммунальное водоснабжение)	
ФРГ	6,24	2,08	67
Бельгия	0,57	0,39	76
Дания	0,70	0,32	98
Франция	5,00	2,00	50
Ирландия	0,13	0,01	47
Италия	9,95	2,51	36
Люксембург	0,03	0,02	64
Нидерланды	1,13	0,43	63
Великобритания	2,50	1,31	32
Итого:	26,25	9,07	
Среднее	-	-	**56**

На селитебных землях, в условиях городов они загрязнены хлором, тяжелыми металлами и т.д., и минерализация здесь достигает 2–3 г/л.

На площадях размещения промышленных предприятий характер загрязненности грунтовых вод определяется характером производственного цикла, а минерализация на отдельных площадях достигает значения 80 г/л.

Территории, на которых грунтовые воды находятся *ближе чем 3 м к поверхности,* т.е. достигают глубин расположения большинства подземных коммуникаций, подвалов зданий и сооружений, называются *подтопленными.*

Ввиду большого разнообразия природных условий городов процессы подтопления могут привести к образованию техногенного водоносного горизонта.

Среди главных причин подтопления может быть создание водохранилищ, значительные утечки воды из городской сети и даже избыточный полив улиц, газонов и бульваров, а также перераспределение снега и его таяние в местах скопления.

Подтопление может иметь весьма опасные последствия. Провалы и просадки, развивающиеся при этом, приводят к разрушению зданий и разрыву коммуникаций. Повышение влажности глинистых грунтов, обладающих способностью к набуханию, вызывает увеличение их объема, а это часто приводит к неравномерному выпучиванию конструкций и их повреждению.

Развитие промышленности, коммунального хозяйства привело к тому, что загрязненность естественных водотоков в пределах систем расселения, городских агломераций отдельных городов повысилась в десятки раз, содержание органических остатков возросло на 400–500% от естественного фона, в 8–10 раз возрастает содержание биогенного азота и фосфора, что ведет к эвтрофикации водоемов и резкому повышению их БПК. В перспективе считают, что состав хозяйственно-бытовых стоков сильно не изменится, возрастет лишь содержание фосфора за счет все большего применения детергентов.

Взаимосвязи расселения с гидросферой в большей степени определяются способностью последней к *самоочищению*. Самоочищение – естественный процесс, действовавший в гидросфере еще до того, как появились люди. Это сложный процесс биологического обмена веществ, при котором действуют многообразные физические (адсорбция, коагуляция, дисперсия или седиментация веществ), химические (окисление, восстановление и превращение вещества) и биологические процессы. Большинство этих процессов связано с деятельностью микроорганизмов и их ферментных систем, в частности, в качестве катализаторов химических реакций активно выступает живое вещество.

Учитывать процессы самоочищения воды важно не только из экономических соображений, но также и из общеэкологических, поскольку активный процесс самоочищения свидетельствует о росте потребления кислорода и физической аэрации водоема, а, следовательно, и о его высокой жизнеспособности.

Неглубокие реки с бурным течением имеют высокую самоочищающуюся способность. Турбулентный режим течения таких рек способствует разбавлению размерных примесей, а процесс турбулентной диффузии активизирует окислительные реакции. При полном самоочищении в водоеме восстанавливается естественный химический состав воды и нормальный режим природных биохимических процессов.

Реки с медленным течением, с застойными акваториями более подвержены загрязнению (и особенно эвтрофикации). Сильно замедляются процессы самоочищения при низких температурах воды, под покровом льда, поскольку биохимическая активность в водоемах в таких условиях понижается в несколько десятков раз. В среднем водоем можно считать биологически загрязненным, если концентрация биомассы в воде

превышает 10 мг/л. Устойчивое загрязнение водоема (как биологическое, так и химическое) свидетельствует о том, что система его самоочищения нарушена, угнетена и не справляется с последствиями эвтрофикации или техногенного отравления. В этих случаях на помощь должны прийти методы искусственной очистки водоемов.

Опасность для гидросферы от трубопроводного транспорта определяется скрытыми нарушениями трубопроводов и значительными утечками из них нефтепродуктов (особенно в местах пересечения трубопроводами водных преград). Кроме того, строительство трубопроводов сопряжено с высокой концентрацией машин и механизмов, работа которых в сравнительно узкой полосе отвода небезопасна в экологическом отношении.

Наиболее известными искусственными соединениями, полученными человеком и применяющимися в сельском хозяйстве, являются пестициды, число которых достигает около полумиллиона и каждый год возрастает примерно на 50 тысяч. Большинство из таких соединений не известны в природе и, попадая в окружающую среду, остаются за пределами естественного круговорота, накапливаются в почве, придонном иле, отравляя земную и водную биоту. Загрязнение воды рек и озер органическими веществами связано с реальной опасностью эвтрофикации водоемов, приводящей их к так называемому "вторичному загрязнению" в связи со все большей *химизацией сельского хозяйства и промышленности.* Суть такого загрязнения состоит в стремительном росте простейших водорослей в водоемах за счет стока, содержащего в больших количествах нитраты и фосфаты. Отмирая, водоросли поглощают из воды свободный кислород, нормальное течение биологических процессов нарушается, что ведет к ухудшению качества воды и к гибели рыбы.

Важный фактор воздействия на гидросферу – *энергетика*. Работа ГЭС связана с потреблением чрезвычайно больших объемов воды, используемой для охлаждения оборудования, подпитки запасов циркуляционной воды (потери на испарение и фильтрацию), гидротранспортировки золы и шлака.

Технологические воды ГЭС после их использования в процессе производства электроэнергии являются существенным фактором воздействия на окружающую среду, в первую очередь на естественные водоемы. Сброс таких вод без необходимой обработки приводит к опасному загрязнению водных объектов, а также к изменению их теплового режима. Сбросные воды содержат продукты сгорания топлива, остатки нефтепродуктов, кислоты, соли, органические соединения и другие вещества, вызывающие негативные изменения в водной среде. Водное хозяйство энергетики функционирует в целом аналогично водному хозяйству водоемких отраслей промышленности.

Существенный вклад в загрязнение гидросферы вносит и транспорт, среди видов которого первое место в этом отношении принадлежит автомобилям. Процесс загрязнения поверхностных и подземных вод автотранспортом происходит преимущественно посредством воздействия ливневого стока с городских территорий, загрязненного нефтепродуктами, маслами, резиновой и асфальтовой пылью, металлическими микроэлементами (всего около 130 ингредиентов). Риск ухудшения качества подземных вод вследствие работы транспорта может быть постоянным (утечка топлива и смазочных масел, рассыпка или разлив перевезенных опасных грузов, загрязнение продуктами износа покрытия дорог и колес транспортных средств, воздействие химических веществ, применяемых в зимнее время на дорогах, и др.) и единовременным, вызываемым транспортными авариями и стихийными бедствиями. Потенциальным источником загрязнения подземных вод и почв являются автозаправочные станции. Загрязнение происходит в результате просачивания бензина и других нефтепродуктов из емкостей и трубопроводов вследствие коррозии, механических повреждений, разлива при заправке автомобилей и других причин.

В загрязнении атмосферы участвует и железнодорожный транспорт (мойка оборудования, подвижного состава и его узлов в процессе эксплуатации и ремонта). В загрязненных водах содержатся нефтепродукты, щелочи, моющие средства, фенолы, соли тяжелых металлов, удобрения, ядохимикаты и многие другие органические и неорганические вещества.

Загрязнение гидросферы воздушным транспортом происходит в основном из-за утечки жидкого топлива при заправке самолетов, а также при неправильной его перевозке и нарушениях хранения. При взлете и посадке самолетов в атмосферу выделяется определенное количество жидких и газообразных продуктов сгорания топлива, которые осаждаются вблизи взлетной полосы. Углеводороды обладают способностью проникать на значительную глубину. В трещиноватых породах авиационный керосин за 5 месяцев проникает на глубину более 700 м.

Водный транспорт загрязняет водотоки и водоемы углеводородами, смазочными маслами, балластными водами (при промывке танкеров и сухогрузов), хозяйственно-фекальными стоками. Скоростные суда наносят большой вред водной флоре и фауне (физические повреждения, большая энергия волны, разрушающей придонную и прибрежную растительность и т.д.).

В последнее время угроза загрязнения нависла и над морями. Акватории крупнейших городов – морских портов превращены в мертвые морские поля (Токийская бухта, устье Рейна, Шельды, Сены и других рек), покрыты пленкой нефти.

5.3 Города и атмосфера

Антропогенное воздействие на атмосферу определяют в основном два процесса – извлечение и использование составляющих ее газов, а также внесение в нее веществ, не свойственных ее естественному состоянию. Все это существенно нарушает не только физическую и химическую структуру атмосферы, но, что самое главное, изменяет в худшую сторону ее экологические свойства.

Современное человечество использует в промышленных целях ничтожную часть азота и других газов атмосферы. Но этого нельзя сказать о кислороде. Для поддержания жизни человека как биологического вида ежегодно достаточно примерно 800 млн т кислорода, т.е. в 25–30 раз меньше, чем накапливается за это время в атмосфере. Однако огромные масштабы промышленного производства энергетики, развития транспортных средств привели к тому, что в настоящее время ежегодно "сжигается" не менее 10–12 млрд т этого газа, т.е. почти на порядок больше того количества, которое поступает в течение года в воздушный океан. В перспективе ежегодное потребление кислорода увеличится на 10%, следовательно, к 2020 г. исчезнет около 0,77% его количества, а через 100–150 лет газовый состав атмосферы заметно изменится, а содержание в ней кислорода понизится до величин, опасных для жизни.

Проблема сохранения газового баланса атмосферы весьма важна, и человечество, вероятно, найдет способы в самом недалеком будущем, чтобы осуществить принципиально иные технологические и энергетические процессы, не требующие столь больших затрат атмосферного кислорода (использование термоядерной энергии, энергии солнца ветра и т.д.). Возможно, за это время будут найдены и другие, более "экологичные" источники энергии.

Человечество издавна использовало атмосферу не только как среду, исключительно важную для обеспечения многих его биологических потребностей, но и как своеобразную свалку, куда выбрасывало вначале с дымом костров, затем каминов и печей, а в индустриальную эпоху мощных энергетических топок и устройств, а также химических установок ненужные отходы своей деятельности.

Атмосфера загрязнялась и до человека. Естественное загрязнение происходит и сейчас в основном от извержения вулканов, лесных пожаров, пыльных бурь и других явлений природы. Так, катастрофическое извержение вулкана Кракатау на острове Ява в 1883 г. повлекло за собой выброс на высоту до 20 км почти 75 млн $м^3$ твердых мельчайших частиц вулканического пепла, результаты которого ощущались на протяжении нескольких лет.

Фоновое естественное загрязнение атмосферы в индустриальную эпоху значительно усилилось антропогенными загрязнениями, в том числе несвойственными для естественного состояния атмосферы. И этот процесс, развивающийся год от года, является предметом особой тревоги гигиенистов, экологов и градостроителей. Главными антропогенными загрязнениями атмосферы являются диоксид углерода, аэрозоли, сернистые и угарные газы, оксиды азота, тяжелые металлы и т.д. Особую опасность в глобальном плане представляет загрязнение атмосферы соединениями азота и все большее насыщение ее углекислым газом.

Оксиды азота (от автотранспорта, энергетических установок, реактивных самолетов и космических ракет, некоторых пестицидов, применяющихся в сельском хозяйстве, а также от увеличивающихся холодильных фреоновых установок) разрушают озоновый экран, предохраняющий поверхность земли от губительных космических лучей Уменьшение активной способности озонового экрана поглощать излучения даже на несколько процентов грозит значительным увеличением заболеваний раком кожи у людей, а более серьезное его разрушение, возможно, и другими отрицательными биологическими последствиями, в том числе и генетического характера.

Ежегодно в атмосферу выбрасывается до 20 млрд т углекислого газа техногенного происхождения. Зеленый покров планеты не в состоянии использовать это количество CO_2 в процессе фотосинтеза и за последние несколько десятилетий его содержание в атмосфере увеличилось на 12%. При дальнейшем увеличении масштабов сжигания минерального топлива через 150–200 лет дальнейшее увеличение концентрации CO_2 в воздухе может привести к так называемому эффекту парника, т.е. дополнительному разогреву зеленой поверхности на 3–5°С в результате того, что углекислый газ влияет на поглощение длинноволнового излучения. Это может привести к резкому потеплению климата на Земле, таянию полярных льдов и повышению уровня мирового океана на 70 м. Правда, существует мнение и о том, что увеличивающаяся запыленность атмосферы сможет "уравновесить" парниковый эффект за счет значительного помутнения верхних слоев тропосферы, что затруднит проникновение части длинноволнового излучения к поверхности Земли.

Другие загрязнения атмосферы, имея более локальный характер в силу своей массовости, большой токсичности, способности образовывать несвойственные биосфере соединения, интенсивно воздействуют на живые искусственные элементы географической среды уже теперь.

Проблема усложняется еще и тем, что антропогенные загрязнения атмосферы в отличие от природных концентрируются на сравнительно небольших участках земной поверхности – в промышленных районах, городских агломерациях. В сельской местности загрязненность атмосферы

в 10 раз, а в промышленных городах в 150 раз выше, чем над океаном. В городах с населением свыше 500 тыс. жителей концентрация наиболее распространенных загрязнений в 1,5–2 раза выше, чем в малых городах. В городах, развивающихся на базе металлургической и нефтеперерабатывающей промышленности, концентрация в воздухе SO_2, например, в 2–3 раза выше, чем в поселениях такой же величины, но другого народнохозяйственного профиля.

В России в атмосферу ежегодно поступает не менее 3 млрд углекислого газа и более 50–60 млн т других загрязняющих веществ. В воздухе более чем 60 городов (с общий населением, превышающим 40 млн чел.) содержание окислов азота, серы, углеводородов, пыли и других вредных для здоровья человека веществ превышает предельно допустимые нормы в несколько раз. Особо неблагоприятная ситуация в этом отношении сложилась в Ангарске, Норильске, Братске, Волгограде, Омске, Нижнем Новгороде, Челябинске, Кемерове, Нижнем Тагиле, Стерлитамаке и других городах.

При современном уровне развития техники и технологии полностью избежать поступления в атмосферу загрязняющих веществ практически невозможно. Поэтому состояние воздушного бассейна оценивается уровнем концентрации этих веществ, т.е. содержанием их в единице объема или массы. Соответственно этому разработаны специальные нормы – предельно допустимые концентрации (ПДК) в воздушном бассейне окиси углерода, соединений серы, окислов азота, углеводородов, соединений хлора, других загрязнений.

В загрязнение воздушного бассейна городов свой "вклад" вносят многие источники, однако основная роль принадлежит энергетике (в первую очередь теплоэлектростанциям), наименее благополучным в гигиеническом отношении отраслям промышленности (металлургической, химической, нефтехимической) и автомобильному транспорту. Сложность отраслевой структуры промышленности, характер технологических процессов в отдельных производствах, повсеместное развитие энергетики и транспорта приводят к "наложению" выбросов в воздушный бассейн от различных источников загрязнения во времени и пространстве, что создает особую экологическую напряженность в пределах городов и других урбанистических образований.

Одним из серьезных загрязнителей воздушного бассейна является **черная металлургия**. В выбросах этой отрасли содержатся обычные (продукты первичной переработки руды) и тонкие (образовавшиеся в доменных, мартеновских, электродуговых печах и конверторах) пыли, окислы углерода, выделяющихся в процессе литья чугуна и плавки стали, сернистый ангидрид, образующийся при сжигании топлива. Загрязнения

обычно намного превышают ПДК и распространяются на большие расстояния.

Коксохимическое производство загрязняет атмосферный воздух пылью и летучими соединениями. При работе коксовых батарей, особенно в случае нарушения режима производственного процесса, в атмосферу выбрасывается неочищенный коксовый газ, фенол, сероводород нафталин, бензол. В районах, примыкающих к предприятиям черной металлургии, содержание канцерогенов в 7–8 раз выше, чем в районах, расположенных за пределами зоны влияния таких предприятий.

Химическая промышленность, очень сложная по внутриотраслевой структуре, характеризуется большим разнообразием выбросов. Здесь для предприятий характерны изотермические выбросы, температура которых мало отличается от температуры окружающей среды. Это обстоятельство способствует скоплению вредных веществ вблизи источников выбросов. Спектр выбросов чрезвычайно широк. Сернокислотное производство – это в первую очередь соединения серы и главным образом сернистый ангидрид. Заводы азотных удобрений за сутки выбрасывают 5–12 т окислов азота и азотной кислоты, концентрация которых в воздухе на расстоянии 0,5 км от предприятия может составить 1,3–1,5 мг/м^3. Хлор и его соединения поступают в воздушный бассейн с выбросами предприятий по производству гербицидов, инсектицидов, соды, суперфосфата, соляной и уксусной кислот, органических красителей. Предприятиями по производству фосфорных удобрений, эмалей выбрасывается фтор и его соединения. Заводы синтетического каучука выбрасывают такие вещества, как стирол, толуол, ацетон, изопрен, содовые заводы – аммиак, фосфорный ангидрид, серный газ, окислы азота.

К массовым выбросам **нефтеперерабатывающих заводов** относятся окись углерода, сернистый газ, окислы азота, сероводород, углеводороды, фенол, аммиак. Объем выбросов окиси углерода нефтеперерабатывающего завода мощностью 12 млн т сырой нефти в год достигает 220 тыс. т. Превышение ПДК по этому газу может обнаруживаться на расстоянии 20 км от предприятия.

В городах-центрах химической промышленности экономическая ситуация особенно острая. Наиболее опасная обстановка создается в случае аварий на химических предприятиях. Примерами наиболее крупных аварий за последние 10–20 лет в зарубежных странах могут служить взрыв на химическом заводе в Севезо, пригороде Милана (Италия) в 1978 г. и катастрофа в г. Бхопале (Индия) в 1984 г., который имел особенно тяжелые последствия. Распространение газового облака, содержавшего выбросы метилизоцианата, привело к гибели более 5 тыс. человек и серьезному нарушению здоровья (потере зрения, депрессивным состояниям и т.д.) у более чем 200 тыс. жителей города.

На **предприятиях машиностроения** наибольшее загрязнение наблюдается в районе литейных и окрасочных цехов. Источники загрязнения, состояние воздушной среды, высота труб и температура пылегазовоздушной смеси литейных цехов аналогичны предприятиям черной металлургии, а в гальванических и окрасочных цехах – подобны соответствующим цехам химической промышленности. Воздушный бассейн вокруг машиностроительных заводов, как правило, загрязнен в радиусе 1–2 км.

Предприятие по производству **строительных материалов** характеризуется большим разнообразием выбросов, как по объему, так и по их составу. Максимальные выбросы пыли на 1 т выпускаемой продукции наблюдаются при производстве извести (около 200 кг) и строительного гипса (140 кг). В атмосферу с отходящими газами поступают и другие вредные вещества: окислы серы, углерода и азота, углеводороды.

Предприятия **легкой промышленности** становятся все более существенными источниками загрязнения воздушного бассейна. Химизация производства, внедрение клеевых способов крепления деталей придают этим предприятиям черты химических производств. На обувных фабриках, которые, как правило, размешены в жилых районах, выделяется кожевенная пыль, аэрозоли красителей, аммиак, ацетон, этилацетат, сероводород. Выбросы текстильной промышленности содержат окись углерода, сульфиды, сажу, серную и борную кислоты, смолы, летучие вещества, большое количество пыли. Воздушный бассейн городов загрязняется и на первый взгляд такой безвредной отраслью промышленности, как пищевая, включающей большое число подотраслей.

Главную роль среди **энергетических объектов** играют тепловые электростанции (ТЭС). Основные загрязняющие вещества здесь сера и ее соединения, окислы углерода и азота. На ТЭС приходится почти 30% в общем объеме выбросов окислов азота (доля автотранспорта составляет 40%). Велики и выбросы пыли.

В мировом балансе загрязнения воздуха главное место в настоящее время принадлежит автотранспорту – 54%. В промышленно развитых странах до 70% загрязнений приходится на долю транспорта (автомобильного, железнодорожного, воздушного) и только 30% на долю промышленности. В США автотранспорт (более 150 млн автомобилей) является виновником 60% всех атмосферных загрязнений, 20% приходится на тепловые электростанции и 20% – на остальные источники. В *России доля загрязнений* воздушного бассейна *автотранспортом* намного меньше (в Москве до 70–80%). Но наблюдается определенная тенденция роста удельного веса загрязнений этого рода. Имеются данные, свидетельствующие о том, что при увеличении в городе числа автомобилей с 10 до 50 тыс. концентрация угарного газа возрастает в 2–4

раза. Вероятно, также интенсивно увеличиваются и другие загрязнения, наиболее опасными из которых являются окислы азота, соединения свинца и углеводороды, которые при значительной концентрации под влиянием солнечных лучей образуют фотохимический смог.

Газы автотранспорта выбрасываются в приземный слой атмосферы, что затрудняет их рассеивание. Наличие узких улиц и высоких зданий способствует накоплению вредных веществ отработавших газов автотранспорта в городском воздухе, причем в зоне дыхания пешеходов. В состав отработавших газов входит более 200 ингредиентов, но нормируются в настоящее время лишь немногие: окись углерода, углеводороды, окислы азота, дымность. Особое место в загрязнении атмосферного воздуха отработавшими газами автотранспорта занимают полициклические углеводороды и прежде всего 3,4-бензпирен, содержание которого вблизи транспортных магистралей в крупных городах превышает ПДК этого соединения в 10–12 раз, а внутри жилых кварталов в 2 раза.

При эксплуатации автомобильных дорог происходит образование дорожной пыли, содержащей канцерогенные соединений в результате износа дорожных покрытий и стирания автомобильных шин.

Неблагоприятное воздействие на воздушный бассейн городов оказывает и **железнодорожный транспорт**. Доля железнодорожного транспорта в загрязнении воздушного бассейна в России составляет 9,2% от всех транспортных выбросов (70% приходится на автомобили, 9,4% на тракторы и сельскохозяйственные машины, 7,3% на воздушный транспорт, 4,1% на речной и морской транспорт.

Сложные экологические проблемы порождает современный **авиационный транспорт** (особенно сверхзвуковой). По своей токсичности современный реактивный лайнер эквивалентен 7–8 тыс. автомобилей.

Ежегодно общее количество выбросов авиадвигателей оставляет 300–500 тыс. т. Вблизи крупных аэропортов объемы авиационных выбросов в год достигают окиси углерода 3 тыс. т, углеводородов – 2,5 тыс. т, окислов азота – 100 т.

Атмосфера – *самая подвижная среда биосферы*. Поэтому при соответствующих метеорологических условиях особенно мощные локальные очаги загрязнения (крупные города, промышленные районы) приобретают региональный характер. Так, влияние центральных промышленных районов Англии ощущается в Ирландии (за 300 км), нередки случаи выпадения в Швеции и Норвегии "черных дождей" вследствие переноса загрязненных масс воздуха из промышленных районов ФРГ, Бельгии и Северной Франции, через Северное и Балтийское моря, а вещества, загрязняющие атмосферу в Техасе, обнаруживаются в Цинциннатти (штат Огайо), на расстоянии более чем 1600 км.

Человеческие поселения в настоящее время практически распространены по всей планете. Все урбанизированные районы, агломерации, города, сельские населенные пункты находятся на дне воздушного океана Система расселения человечества в своем взаимодействии с атмосферой оказывает на последнюю все большее влияние, испытывая на себе ответные реакции.

На глобальном и континентальном уровнях главным образом проявляются последствия загрязнения атмосферы углекислым газом и газами, разрушающими озоновый слой (*изменение климата, "парниковый эффект", разрушения озонового экрана и изменение газового баланса*). Эти изменения ощущают на себе все люди, в какой бы точке планеты они не расселялись, независимо от того, являются ли их поселения причиной таких нарушений в атмосфере.

На макротерриториальном уровне (крупные регионы отдельных континентов, крупные страны и их большие регионы) вполне реальна миграция аэрозолей (серной кислоты и сульфатов), мелких частиц пыли и т.д. Поэтому отдельные населенные пункты и даже целые системы расселения испытывают на себе вредное влияние этих веществ, выброшенных в атмосферу на значительных расстояниях от них.

На мезотерриториальном уровне (малые страны, отдельные промышленные районы, городские агломерации и т.д.) при соответствующих метеорологических условиях вполне вероятно загрязнение данных территорий помимо перечисленных веществ пестицидами, солями тяжелых металлов и особенно сернистым газом, выбросы которого особенно велики в районах с развитой промышленностью.

На микротерриториальном уровне, т.е. в отдельных городах и других населенных местах к названным выше загрязнителям добавляются углеводороды, пыль, окислы азота и еще многие ядовитые вещества, миграция которых на более значительные расстояния затруднена их физическими и химическими особенностями.

Атмосфера не обладает способностью аккумулировать вредные вещества и с течением времени самоочищается. Малая часть загрязнений поднимается на высоту более 3 км. Особенно быстро выпадают крупные частицы пыли, время оборачиваемости которых не превышает двух недель. Аэрозоли *удаляются из атмосферы путем прямого выпадения или же вымываются из нее осадками*. Однако в большинстве промышленных районов, городских агломерациях и отдельных городах, где темпы выбросов в атмосферу приближаются к скорости их рассеивания и выпадения, возникают критические ситуации, которые, собственно, и определяют сложность проблем по очистке воздушного бассейна.

Степень загрязненности воздушного бассейна зависит от многих причин как естественных, так и антропогенных. Так, удаление городов и целых систем расселения от морских побережий, положение их в депрессивных районах (со штилями, вызывающими явления температурных инверсий, при которых прекращается или сильно ослабевает вертикальное перемещение воздушных масс в межгорных понижениях и т.п.) значительно увеличивают загрязненность воздуха, содержание в нем вредных газообразных веществ. Зимой загрязненность воздуха обычно бывает выше, чем летом. Особенно большое значение имеет народнохозяйственный профиль города, его величина, плотность населения и другие антропогенные факторы, о которых говорилось выше.

Вследствие суммарного воздействия природных и антропогенных факторов в городах, агломерациях и урбанизированных районах формируется особый метеорологический режим. В крупных городах температура в центре города обычно на 6–7^{0}С выше, чем на периферии, а скорость ветра на 30–40% меньше, чем на открытых пространствах. Добавочный нагрев воздуха над городом приводит к образованию ветров, направление которых всегда бывает от периферийных к центральным районам. Скорость таких ветров достигает 2–4 м/сек в зависимости от разности температуры центральных и периферийных районов. Наиболее характерным проявлением микроклимата на урбанизированных территориях является образование над ними тепловой шапки, т.н. "острова тепла", имеющего куполообразную форму.

Вследствие образования "острова тепла" понижается относительная и абсолютная влажность, возникают восходящие конвективные движения над городами, уменьшается скорость ветра, увеличивается облачность и количество осадков, растет повторяемость туманов типа смогов, уменьшается солнечная радиация и т.д. Таким образом, тепловые шапки, образующиеся над городами и урбанизированными территориями, создают условия для еще большего загрязнения воздушного бассейна. Высота тепловой шапки над городом редко превышает 700 м. Ее размеры и мощность зависят от величины города, занимаемой им площади, плотности застройки, разности температур и влагосодержания воздуха. На очертание тепловой шапки в плане влияет ветровой режим. При ветре 10–15 м/с шапки может над городом и не быть. Так, например, ветер такой силы обеспечивает в течение суток более чем двадцатикратную сменяемость воздуха над таким крупным городом, как Нью-Йорк. Однако тепловая шапка превращается при этом в шлейф загрязнений, окутывающий пригородные населенные пункты, места отдыха, сельскохозяйственные угодья и т.д. Пелена дыма от такой шапки может распространяться на расстояние до 50–60 км.

Вопросы для самопроверки

1. *В чем особенности городских почв?*
2. *Как проявляется биологическая индикация химического загрязнения?*
3. *В чем заключаются геологические факторы городской экосистемы?*
4. *В чем проявляются основные геоэкологические процессы городской среды?*
5. *Какие факторы загрязняют гидросферу города?*
6. *В чем заключается особенности загрязнения атмосферы промышленным производством?*

6. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ГОРОДОВ С РАСТИТЕЛЬНЫМ МИРОМ

6.1 Значение растительности в городе

Влияние городов распространяется не только на абиотические компоненты биосферы, но и на растительность и животный мир.

Значение живого вещества (биоты) в биосфере огромно и, безусловно, не соответствует тому сравнительно скромному объему, который это вещество в ней занимает. Особое значение в эволюции биосферы имеют зеленые автотрофные растения суши и океана, которые, поглощая под воздействием солнечного света углекислоту, воду, минеральные вещества, образуют углеводы (крахмал, глюкозу и т.д.).

Особенно большую роль в биосфере играет лесная растительность. Как компонент окружающей среды лес, тесно взаимодействуя с другими ее компонентами (водой, воздухом, почвой и др.), участвует в поддержании равновесия всей системы, играя активную роль в круговороте веществ в природе. Самый крупный планетарный аккумулятор живого вещества – лес – во многом определяет уровень углеродного и кислородного баланса планеты, влияет на биологический кругооборот ряда химических элементов. В среднем каждый 1% уменьшения лесистости в данном водосборном бассейне ведет к сокращению стока воды в реках на 2–2,5%, поэтому уничтожение лесов чревато резким обмелением и даже полным высыханием рек. Леса защищают почву от эрозии, суховеев, регулируют подземный сток, очищают воздух от загрязнений, насыщают его фитонцидами. 1 га соснового леса, например, поглощает за год 32 т пыли и обеспечивает дыхание 30 человек.

Высокая потребительская ценность леса привела к тому, что к настоящему времени 2/3 лесов планеты уничтожено. Этот пагубный процесс продолжается до сих пор. Экологическое значение лесов приносится в жертву сиюминутной выгоде. Ежегодно на планете уничтожается 11 млн га лесов. Вырублено 2/3 лесов Азии, более 1/2 – Африки, 1/3 лесов Латинской Америки. Прогноз этого губительного для природы процесса свидетельствует о том, что через 20–30 лет в Африке и Латинской Америке (в том числе в Амазонии – одном из основных районов воспроизводства кислорода в глобальном масштабе) леса будут полностью уничтожены.

Взаимосвязи города и *растительности* достаточно сложны. В целом известно, что город неблагоприятно влияет на растительность и в частности на лес, а растительность, напротив, во многом способствует формированию здоровой жизненной среды в городе. Задача "зеленой" политики состоит в том, чтобы уменьшить действие первой группы

факторов и максимально увеличить воздействие второй. Решить эти задачи призваны меры по охране растительности на урбанизированных территориях.

Наиболее пагубное влияние на растительность в пределах урбанизированных территорий оказывают три основных фактора: комплексное воздействие урбанизированной среды (преимущественно в пределах городской застройки), загрязненность воздушного бассейна и почв, рекреационные нагрузки (вытаптывание, создание пожароопасной ситуации, физическое уничтожение).

Растительность в городе, особенно ее небольшие массивы и рядовые посадки вдоль проезжей части улиц, сильно угнетена комплексом отрицательных факторов – *уплотнением почв* с нарушением водно-воздушного и температурного режима, вызванного физическими нагрузками и воздействием электромагнитного излучения, обеднением питательными веществами, загрязнением свинцом и другими веществами. В городах, особенно с континентальным климатом, нередко создаются условия, приближающиеся к условиям пустыни. Если в лесу липа достигает возраста 300–400 лет, то в городских парках только 125–150 лет, на бульварах и улицах - 50-60 лет; соответственно ясень: 250–300 лет, 60–80 лет и 40–50 лет. Всемерное повышение озелененности городов (особенно крупных) очень важная проблема, не менее важно также обеспечить максимальную приживаемость и выживаемость растений, что достигается правильным подбором ассортимента растительности, тщательным уходом за посадками, их надежной охраной.

Бурный территориальный рост городов приводит к тому, что все чаще участки леса включаются в городскую застройку. В принципе это прогрессивный прием, но механистически прибегать к нему нельзя, поскольку естественный лес очень трудно уживается с городом. Особенно это относится к хвойным породам, которые даже в крупных массивах чаще всего преждевременно отмирают. Так, пригород Хельсинки Тапиола построен в лесу среди гранитных скал и сосен, отмечается невысокой плотностью населения, благодаря чему естественная растительность в нем находится в благоприятных условиях. Более тридцати лет ведется наблюдение за состоянием насаждений в этом небольшом городе. Несмотря на строгую охрану естественных насаждений, и здесь отмечаются случаи отмирания сравнительно молодых еще деревьев как результат чрезмерно быстрого изменения человеком водного и воздушного режима почвы. Там же, где в непосредственной близости от леса дымят фабричные трубы, деградация и гибель деревьев наступают очень быстро.

В современном городе складывается специфическая и во многом неблагоприятная для жизнедеятельности человека экологическая обстановка.

Ее отличительными особенностями являются повышенное содержание атмосферных загрязнений, более резкие колебания температурного и радиационного режимов, наличие шума и вибраций разного рода и т.д.

В условиях увеличения техногенных нагрузок санитарно-гигиеническая роль крытых растительностью пространств города является мощным средством нейтрализации вредных последствий техногенного загрязнения для городского населения. Природные, озелененные территории, а также акватории влияют на микроклиматические характеристики городской среды, в том числе ветки задерживают тонны пыли, концентрируют в листьях тяжелые металлы, участвуют в формировании температурно-влажностных режимов, химического состава воздуха: биотрансформируют и рассеивают сотни тысячи тонн загрязняющих веществ, обогащают воздух кислородом. Они оказывают воздействие на скорость движения воздушных потоков, величину инсоляции поверхностей на уровне земли, зданий и сооружений, а также снижают шумовую нагрузку от автомобилей и других объектов, являются источниками эстетического восприятия и факторами благотворного психологического воздействия на человека.

6.2 Функции зеленых насаждений в городе

Зеленые насаждения являются органической частью планировочной структуры современного города и выполняют в нем разнообразные функции. Они разбиваются на две большие группы:

а) санитарно-гигиенические;

б) декоративно-планировочные.

6.2.1 Санитарно-гигиенические функции

Влияние на запыленность, загазованность и задымленность окружающей среды. Загрязненный воздушный поток, встречающий на своем пути зеленый массив, замедляется, в результате чего часть пыли оседает на поверхности листьев, хвои, веток, стволов и во время дождя смывается на землю. Распространение пыли сдерживается также газонами. Среди зеленых насаждений запыленность воздуха в 2–3 раза меньше, чем на открытых городских территориях. Небольшие городские сады снижают запыленность городского воздуха в летнее время на 30–40%. Пылезадерживающие свойства различных пород деревьев и кустарников

неодинаковы: опушенные или клейкие листья задерживают до 6 раз больше пыли, чем гладкие (табл. 6.1.).

Таблица 6.1

Пылеулавливающие свойства растений (*Жеребцова, Покалов, 1988*)

Растение	Суммарная площадь листовой поверхности, м^2	Общее количество осажденной пыли, кг
Деревья		
Айлант высокий	208	24
Робиния псевдоакация	86	4
Вяз перисто-ветвистый	66	18
Вяз шершавый	233	23
Гледичия трехколючковая	130	18
Клен полевой	171	20
Ива	157	38
Клен ясенелистный	224	33
Шелковица	112	31
Тополь канадский	267	34
Ясень зеленый	195	30
Ясень обыкновенный	124	27
Кустарники		
Акация желтая	3	0,2
Бересклет европейский	13	0,6
Бузина красная	8	0,4
Лох узколистный	23	2,0
Сирень обыкновенная	11	1,6
Спирея	6	0,4
Виноград пятилисточковый	3	0,1
Бирючина обыкновенная	8	0,3

Древесно-кустарниковые насаждения, поглощая из воздуха вредные газы и нейтрализуя их в тканях, способствуют сохранению газового баланса в атмосфере, биологическому очищению воздуха. На использовании газозащитных свойств насаждений основан принцип устройства санитарно-защитных зон. Эти свойства зеленых насаждений учитываются и при защите воздушного бассейна от выбросов транспорта (табл. 6.2.).

В градостроительных условиях, когда зеленый массив граничит с напряженной автомагистралью, наблюдаются следующие закономерности падения уровней загрязнения, которые в значительной мере зависят от полноты, структуры и ассортимента насаждений: при увеличении полноты (степени сомкнутости крон) с 0,6–0,7 до 0,9–1 газозащитная эффективность растительности возрастает с 20–26% до 30–40%. В густых насаждениях (полнота 0,9–1) на расстоянии 30–40 м от магистрали концентрация двуокиси азота снижается до санитарной нормы.

Таблица 6.2

Уровень снижения загрязнения воздушного бассейна в зависимости от характера зеленых насаждений *(Аналитический..., 1996)*

Структура защитной полосы	Ширина защитной полосы, м	Процент снижения уровня загрязнений	
		общий	в т.ч. за счет насаждений
Однорядная полоса деревьев	5	5-10	4-7
Однорядная полоса кустарников	5	7-10	5-7
Двухрядная посадка деревьев высотой 10-12 м с кустарником	10	10-30	8-20
Двухрядная посадка деревьев высотой 10-18 м	10	25-30	20-25
Четырехрядная посадка деревьев высотой 12-15 м с кустарником	25	35-45	25-30
Многорядная полоса древесно-кустарниковых насаждений при высоте 1 5-30 м при полноте (м):			
0,5-0,6	30	40-45	30-40
0,7-0,8	30	55-60	45-50
0,8-1,0	30	70-75	60-70

Вредные газы в процессе транспирации поглощаются растениями, а твердые частицы аэрозолей оседают на листьях, стволах и ветвях растений. Посадки, расположенные поперек потока загрязненного воздуха, разбивают первоначальный концентрированный поток на различные направления. Таким образом, вредные выбросы разбавляются чистым воздухом, и их концентрация в воздухе уменьшается. Наиболее активно зеленые насаждения снижают содержание газов в воздухе в облиственном состоянии. Содержание окиси углерода после появления листвы уменьшается в 2–2,5 раза по сравнению с безлиственным периодом. Газозащитная роль зеленых насаждений во многом зависит от степени газоустойчивости пород. Часть поступающих в растение газов способна накапливаться и связываться в тканях растений. Действие древесной растительности на содержание вредных химических соединений в городском воздухе проявляется также в способности деревьев к окислению находящихся в городском воздухе паров бензина, керосина, ацетона и т.п. Кроме того, зеленые насаждения способны улавливать и содержащиеся в воздухе радиоактивные вещества. Листья и хвоя деревьев могут собирать до 50% радиоактивного йода. Поглощаются растениями и различные вещества, содержащиеся в почве, например, тяжелые металлы. Подсчитано, что растительность поглощает из воздуха и связывает 50–60%

токсичных газов, в то время как атмосферная влага – 5–20%, почва 5–10%, водоемы и животные – менее 5% (Фролов, 1998).

Зеленые насаждения могут защищать застройку от пыли и газов только в том случае, если они располагаются между источником загрязнения и застройкой.

Большое значение имеет эффективность протяженных элементов системы озеленения, которые в зависимости от градостроительных и природных условий, а также ассортимента и структуры насаждений могут выполнять разнообразные микроклиматические функции.

Влияние на влажность воздуха и ветровой режим. В районах городской застройки, лишенных насаждений, относительная влажность воздуха в среднем ниже на 15–18%, чем в пригородном лесу, на 11–12% – в городском парке и на 8–10% – на бульваре и в сквере. Благодаря большому испарению воды листьями зеленые насаждения увеличивают полезную для человека влажность вокруг себя до 30%. Влияние растительности на влажность воздуха распространяется на 20-кратную высоту дерева. Зеленые насаждения, изменяя скорость и направление ветровых потоков, создают горизонтальные потоки воздуха, способствующие проветриванию территории и рассеиванию вредных примесей. Практически на расстоянии до 40 м от периметра насаждений происходит затухание скорости ветра до 5% от первоначальной. Это расстояние зависит от плотности, характера, видового состава, возраста насаждений.

Влияние на тепловой режим. Посадки растений вдоль фасадов зданий уменьшает нагреваемость стен 20–30% (7–13^{0}С). Выявлено, что в радиусе до 100 м вблизи зеленого массива температура воздуха на 1–1,5^{0}С ниже, чем на удаленных от массива открытых местах. Это происходит вследствие повышенной циркуляции воздушных масс, тем самым улучшая микроклимат территории.

Влияние на акустический режим. Зеленые насаждения являются глушителями шума. Плотные, сомкнутые по вертикали насаждения снижают уровень шума на 15–18 дБА. При прохождении акустической энергии через растительность уровень шума понижается пропорционально биомассе. В среднем кроны деревьев поглощают до 25% падающей на них звуковой энергии и примерно 75% этой энергии отражают и рассеивают. Лучшими шумопоглощающими свойствами обладают многоярусные насаждения из нескольких древесных и кустарниковых пород. Для шумозащиты идеально подходят густые «непрозрачные» по вертикали полосы из нескольких рядов деревьев и кустарников. Высота деревьев должна быть не ниже 7 м. Усилить шумозащиту можно путем посадки дополнительных плотных рядов деревьев, кроны которых не должны смыкаться.

Обогащение атмосферы фитонцидами, ионизация окружающей среды. Растения повышают ионизацию атмосферы, обогащая ее фитонцидами (летучие вещества, убивающие вредные для человека болезнетворные бактерии) уменьшают ее бактериальную загрязненность. Наблюдения показали, что воздух парков содержит в 200 раз меньше бактерий, чем воздух улиц. Ионизация воздуха благотворно воздействует на человека. Содержание легких ионов в городских парках составляет 800–1200 тыс/см^3, дворах – колодцах – 500 тыс., в закрытых помещениях – 25–100 тыс/см^3.

Эстетическая ценность. Растения положительно воздействуют на психо-эмоциональную сферу человека. Парки, зеленые уголки, цветники помогают легче переносить стрессовые ситуации и приобрести устойчивость к ним.

6.2.2 Декоративно-планировочные функции

Зеленые насаждения могут иметь как самостоятельное значение (лесопарки, парки, городские сады), так и входить в структуру застройки города в качестве ее органического компонента (районные сады, скверы, бульвары, уличные насаждения, внутриквартальные насаждения). С помощью городских зеленых насаждений разного типа вносятся элементы природы в город, сохраняется связь человек с природой, обогащаются городские ландшафты.

Городские зеленые насаждения служат мощным средством индивидуализации отдельных районов и микрорайонов города. С их помощью можно преодолеть монотонность городской застройки, вызванной индустриальными методами жительства и применением типовых проектов.

Декоративно-планировочная роль зеленых насаждений проявляется уже при использовании небольших площадок зеленых насаждений, при уличных посадках, устройстве газонов, цветников. Сочетание зеленых насаждений с городской застройкой особенно эффективно, когда зеленые насаждения входят вглубь застройки, поддерживая ее композицию и декорируя неинтересные поверхности и сооружения. Огромная роль принадлежит зеленым насаждениям в решении проблемы организации отдыха городского населения.

Схематично организацию отдыха городского населения можно представить следующим образом:

а) система внутриквартального отдыха рассчитывается непосредственно на жителей квартала;

б) система отдыха среди городских зеленых насаждений общего пользования рассчитывается на жителей района или города. Она предусматривает сочетание кратковременного отдыха в скверах и бульварах с длительным отдыхом в садах и парках;

в) система отдыха на озелененных пригородных территориях рассчитана на организацию отдыха жителей города и пригородной зоны и предусматривает использование для этих целей крупных лесных массивов (лесов и парков).

Особое место занимают зеленые насаждения промышленных предприятий, больниц, учебных заведений и т.д. Организация отдыха в зеленых зонах данных объектов определяется спецификой каждого из них.

Таким образом, природные комплексы, озелененные территории городов и пригородных зон оказывают существенное влияние на все важнейшие показатели качества окружающей среды, имеют большое оздоровительное, средозащитное и средоформирующее значение. Они оказывают непосредственное или косвенное воздействие на снижение уровня загрязнения воздушного бассейна и почв примесями техногенного или естественного происхождения, повышая прозрачность атмосферы, приход солнечной радиации; регулируют в широких пределах основные климатические факторы (аэрационный, температурно-влажностный режим). Средозащитное и средоформирующее значение лесных экосистем выражается в охране водных ресурсов и регулировании гидрологических процессов; охране почв от водной и ветровой эрозии; продуцировании кислорода; охране биологических ресурсов. Особо следует выделить водоохранно-защитное значение пойменных лесов: их берегозащитную, почвозащитную, водоохранную, руслообразующую роль. Велика также эффективность природных комплексов и других озелененных территорий как мест обитания представителей животного мира, а также в выполнении ими планировочно-регулятивных, архитектурно-художественных и рекреационных функций.

6.3 Характеристика городской флоры

Неблагоприятное воздействие городской среды приводит к тому, что в городской экосистеме формируются специфические растительные сообщества со своеобразным видовым составом. При этом можно наблюдать два противоположенных процесса. С одной стороны, исчезают многие виды растений, свойственные условиям данного региона, с другой – появляются новые виды.

Итак, во флоре любого города можно найти *местные (аборигенные) виды* или **автохтонные** по происхождению, и виды **аллохтонные** (от *allos*

– чужой) т.е. попавшие на данную территорию из других областей земного шара. Сравнительно *недавно попавшие виды* стали называть **адвентивными**, или **пришлыми**. *Привнесенные виды* могут быть как *культурными*, так и *сорными*. Распространение адвентивных видов может вестись стихийно или сознательно. Целеустремленная деятельность человека по введению в культуру в данном естественноисторическом районе растений, ранее в нем не произраставших, или перенос их в культуру из местной флоры называется *интродукцией*.

Число адвентивных видов в городах очень велико. Доля адвентивных видов в городской флоре может доходить до 40%, особенно на свалках и железных дорогах. Например, в настоящее время в Москве и в области выявлено уже 370 адвентивных видов (Экополис-2000..., 2000). Порой они могут вести себя столь агрессивно, что вытесняют аборигенные виды. Большинство местных представителей исчезает из городской флоры уже при закладке городов. Им сложно акклиматизироваться в городе, так как новые условия местообитания не похожи на естественные. Установлено, что из сохранившихся местных видов обычно мало лесных, преобладают луговые и степные виды. Среди пришлых видов больше выходцев из южных регионов.

Экологический состав городской флоры также несколько отличен от зональной. Естественно, что лучше приживаются виды, приспособленные *к недостатку влаги (ксерофиты)* и *засоленности почв (галофиты).*

Обогащение городской флоры частично идет и за счет одичания некоторых декоративных растений. Так, в подмосковных парках обнаружено 16 таких видов, которые оказались очень устойчивыми к антропогенным нагрузкам (Фролов, 1989).

Растительность в городе распределена неравномерно. Для крупных городов наиболее характерна следующая закономерность. Увеличение встречаемых видов растений идет от центра города к его окраинам. В центрах городов преобладают "экстремально урбанофильные" виды. Их очень немного, поэтому центры некоторых городов порой называют "бетонными (асфальтовыми) пустынями". Ближе к периферии увеличивается доля "умеренно урбанофильных" видов. Особенно богата флора окрестностей, здесь уже также встречаются "урбанонейтральные" виды.

Ведущее место в озеленении городов умеренного пояса занимают лиственные породы, хвойные практически не представлены. Это объясняется слабой устойчивостью этих пород к загрязненной среде города. Вообще видовой состав городских насаждений очень ограничен. Например, в Москве для озеленения города используются в основном 15 древесных видов, в Санкт-Петербурге – 18 видов. Преобладающими являются широколиственные деревья – липа, в том числе мелколистная,

клен остролистный, тополь бальзамический, ясень пенсильванский, вяз гладкий, из мелколиственных – береза повислая.

Доля участия других видов меньше 1%. На улицах города можно увидеть такие виды, как вяз шершавый, дуб черешчатый, сосна обыкновенная, клен американский, каштан конский, тополь разных видов (берлинский, канадский, черный, китайский), липа крупнолистная, ель обыкновенная, лиственница европейская и др.

Еще одной характерной чертой городской флоры и ее явным отличием от естественной является большая динамичность и непостоянность. Флористический состав и общее количество видов может измениться за достаточно короткий промежуток времени. Оказывает влияние возраст поселения, например, чем моложе город или микрорайон, тем более нестабильна флора. Также надо учитывать такие факторы, как расширение застройки, снос старых зданий, развитие промышленности и транспорта.

Что касается травянистых растений, то, кроме культурных растений (газонные травосмеси), в городе встречается много сорных и мусорных (рудеральных) растений. Они отличаются достаточной степенью устойчивости по отношению к антропогенным факторам и высокой агрессивностью. Эти растения в большом количестве растут на пустырях, около дорог, по железнодорожным насыпям, на запущенных свалках и т.д. Для нормального функционирования им даже необходимы постоянно идущие нарушения.

Условия обитания растений в городах очень схожи. Доля синантропных видов постоянно увеличивается. Это приводит к тому, что флористический состав городов разных климатических зон становится очень похож, и по сути городская растительность превращается в азональную. Так, 15% видов растений являются общими для всех городов Европы, а если сравнивать только центры этих городов, то этот показатель будет намного выше – до 50% (Фролов, 1998).

Общая продолжительность жизни городских растений существенно меньше, чем естественных. Так, если в подмосковных лесах липа доживает до 300-1400 лет, то в московских парках – до 125–150 лет, а на улицах – до 50–80 лет. Также отличаются и сроки вегетации.

Особенности городской среды сказываются на ходе жизненных процессов растений, флоры, их внешнем виде и строении органов. Например, у городских деревьев снижена фотосинтетическая активность, поэтому они имеют более редкую крону, мелкие листья, короче побеги.

Городские деревья чрезвычайно ослаблены. Поэтому они представляют собой прекрасные места для развития вредителей и всевозможных болезней. Это еще больше усугубляет их ослабление, а иногда является причиной преждевременное гибели.

Основными вредителями являются насекомые и клещи, такие, как моли, тли, пильщики, листоеды, листоблошки, растительноядные клещи и др. Только в Москве зафиксировано около 290 видов различных вредителей. При этом наиболее опасными являются непарный шелкопряд, лиственничная чехликовая моль, липовая моль-пестрянка, калиновый листоед и т.д. Сейчас растет количество деревьев, пораженных ильмовым заболонником. Также многие зеленые насаждения страдают от короеда-типографа, активно размножающегося в последние годы.

Обращает на себя внимание, что в условиях города листья многих растений подсыхают по краям, на них появляются бурые пятна различной величины и формы, иногда проявляется белый мучнистый налет. Подобные симптомы говорят о развитии всевозможных заболеваний (сосудистых, некрозно-раковых, гнилевых и др.). В Москве выявлено широкое распространение у растений гнилевых болезней, что сказывается на качестве зеленых насаждений города. Особенно это заметно в районах новой застройки, массового отдыха и свалок. В связи с высоким уровнем заболеваемости объем санитарных рубок, проводимых в городе, превосходит все другие за тот же период.

6.4 Особенности существования растительности в городе

Местообитания и условия существования городских растений в значительной мере отличаются от условий произрастания зональных типов растительности. Дело в том, что в городе растения испытывают воздействие целого ряда экологических факторов: климатических, эдафических, техногенных и других. Зеленые насаждения на значительной части территории испытывают высокую антропогенную, и в том числе техногенную нагрузку, подвергаются химическому, физическому, биологическому и комплексному загрязнению. Следствием этого являются особые условия существования всех элементов урбоэкосистем, которые определяют их состав и структуру, сам комплекс и степень влияния факторов неблагоприятного воздействия окружающей среды на состояние фитоценозов, возможности и условия их выживания, особенности функционирования, уровень их экологической значимости и выполнения ими средоохранных, санитарно-гигиенических и других полезных функций.

Крупные города представляют собой "острова тепла", в них образуется особый тепловой режим воздуха, характеризующийся повышенными температурами. Также для них характерен особенный световой режим. Из-за задымления, запыленности воздушного бассейна уменьшается прозрачность атмосферы, что приводит к снижению

поступления солнечной радиации. Общая загрязненность атмосферы в городах намного выше, чем на прилегающих территориях.

Определенную специфику имеет и обеспеченность растений влагой. Асфальтовые покрытия затрудняют доступ воды и кислорода в почву. С водонепроницаемого асфальта дождевые воды стекают в канализационную сеть, для растений возрастает возможность оказаться в условиях почвенной засухи. Наличие подземных коммуникаций и сооружений в зоне корневой системы деревьев неблагоприятно как для отдельных растений, так и для насаждений в целом.

Изменен в городах по сравнению с естественными местообитаниями и световой режим. Дополнительное освещение растений в ночное время нарушает естественные нормы поведения многих видов насекомых-фитофагов и способствует их перераспределению, скоплению в пределах городских насаждений и сильному повреждению последних. Нарушение растительного покрова и его обеднение влечет за собой снижение уровня численности энтомофагов и других представителей полезной энтомофауны в городских фитоценозах.

К числу антропогенных факторов неблагоприятного воздействия на леса крупных городов России относятся:

- загрязнение атмосферы, поверхностных и грунтовых вод и почвы. Атмосферные загрязнения, воздействуя на целые растения и отдельные их части вызывают в них различные процессы, отрицательно сказывающиеся на состоянии отдельного растения и всего биоценоза. Под влиянием техногенных факторов в зеленой массе растительности уменьшается содержание хлорофилла. Ткани растения, пораженные хлорозом, изменяют цвет на желтый и охристый, более сильное поражение вызывает некроз тканей. Биогеохимическими исследованиями установлена связь пораженности растительности и накопления в растениях относительно фона ряда химических элементов (свинца, олова, ванадия, строи серебра, кобальта, меди, цинка) вблизи производств черной и цветной металлургии, машиностроения, полиграфии, автомобильных дорог. Отмечены признаки усыхания у 87% деревьев, произрастающих в лунках на крупных магистралях у 31% – на газонах. Степень повреждения растения зависит в основном от концентрации токсичного вещества и длительности его воздействия.
- избыточное рекреационное воздействие, сопровождающееся уплотнением почвы, нарушением мохово-травяного покрова, многочисленными механическими повреждениями комлевой части деревьев, уничтожением и повреждением роста и подлеска, образованием непланируемых дорог и заездов по грань крупных массивов и проч.;

- нарушение гидрологического режима и эрозионные процессы, вызванные неправильными хозяйственными мероприятиями и промышленной деятельностью;
- лесные пожары, связанные с нарушением пожарной безопасности населением в засушливые сезоны и годы;
- несовершенство режима ведения хозяйственной деятельности из-за отсутствия или запаздывания санитарных и лесовосстановительных рубок и создания условий для нарушения оптимальной возрастной структуры лесов, увеличения площади перестойных насаждений, роста очагов гнилевых болезней.

Леса в городе под воздействием рекреации постепенно деградируют, а их площади сокращаются. Небольшие массивы более уязвимы, в них деградация насаждений достигает 85–90%, в крупных – 6–20%.

В естественных лесных сообществах, включаемых в черту города (городских лесах), начинают прогрессивно развиваться следующие негативные процессы:

- упрощение горизонтальной структуры фитоценоза;
- упрощение вертикальной структуры фитоценоза, когда городские древесные насаждения не имеют подлеска, а газонные травы образуют одноярусный травостой вместо многоярусного;
- уменьшение площади ядра за счет формирования протяженной (в 5–6 раз более протяженной, чем в естественных условиях) опушки.

Одним из самых губительных видов антропогенных воздействий является "эрозия краев" природных территорий (Москва-Париж..., 1977) вследствие наступления застройки. Цепь негативных последствий "эрозии краев" лесных массивов связана с удовлетворением "общественного интереса" – размещением автостоянок, мест отдыха, технических объектов и учреждений обслуживания.

Другой характерной опасностью, которая угрожает особо охраняемым природным территория и лесным массивам в городах и пригородных зонах, является их расчленение автомагистралями. Последующие явления "эрозии краев" вследствие строительных работ будут распространяться на два лесных участка, в каждом из которых вновь должно формироваться экологическое равновесие, ибо создано препятствие для биологических обменов, путей миграции обитающих животных. В результате последующих строительных работ по устройству стоянок автомобилей и т.д. новая граница причиняет еще больший вред природной среде. В итоге с каждой стороны дороги лес начинает отступать.

Серьезные экологические проблемы связаны с застройкой пойменных территорий и речных долин. Застройка пойменных земель

создает эффект экологической блокады города, лишая биологические компоненты экосистем последней возможности существования.

6.5 Категории озелененных территорий

Категорию зеленых насаждений составляет группа видов, объединенных по функциональному назначению и режимам пользования населением.

Все виды озелененных территорий по градостроительной классификации 70–80-х годов, делятся на три группы.

1. Насаждения общего пользования. К этой группе относились парки, лесопарки, скверы, бульвары, насаждения вдоль улиц и стадионов.

2. Насаждения ограниченного пользования. Сюда относились посадки в производственной зоне и вокруг производственных зданий, придомовые внутридворовые зеленые насаждения, насаждения в детских и лечебных учреждениях, а также на территориях учебных заведений и школ. Масштаб их использования более ограниченный.

3. Насаждения специального назначения. В эту группу входил целый ряд озелененных территорий: промышленных и коммунально-складских предприятий.

Деревья живут более двухсот лет, если произрастают в естественных условиях. В условиях парка продолжительность их жизни сокращается до 80–100 лет. В уличных посадках отмирание деревьев происходит еще более интенсивно и к 50–60 годам большая часть деревьев погибает. Городские деревья, посаженные вдоль автомобильных дорог и в пешеходных зонах, не доживают и до 30 лет.

Таким образом, городские сообщества отличаются гораздо меньшим видовым разнообразием, сильной антропогенизированностью и большим количеством рудеральных видов. Биоразнообразие и генофонд растений можно в какой-то мере сохранять на территориях лесопарков и парков. Однако пока наблюдаются тенденции уменьшения видового разнообразия в городской зоне. Для его увеличения, прежде всего, необходимо проводить исследования, которые позволят получить больше данных об экологии тех или иных видов.

6.6 Взаимоотношения города и природы

Вредные выбросы промышленных предприятий приводят к тому, что растительность в радиусе 6–8 км, а то и 10 км вокруг ГРЭС, металлургического или химического комбината, полностью погибает.

Максимальные повреждения растительности наблюдаются у опушек, вдоль полей, рек, в черте городов, а также у наветренных кромок лесов. Особенно пагубно для растений воздействие сернистого газа, наиболее массового загрязнения, который, проникая в листья через устьица, реагирует с железом, входящим в состав хлорофилла. Этот газ нарушает их каталитическую активность, а затем вызывает распад хлорофилла и гибель клетки. Процесс усугубляется ярким солнечным светом, высокой влажностью, возрастом растений и другими факторами. При длительном воздействии сернистого газа поражения скорее всего проявляются у дуба, сосны и березы. Лучше всего усваивают этот газ эльдарская и черная сосна, американский клен, ясень, а среди однолетних – овес, пшеница и горох. Поэтому и мерами защиты наряду с установкой агрегатов по очистке производственных выбросов являются подбор ассортимента пылеустойчивых и газоустойчивых деревьев и кустарников, а также проведение необходимых планировочных мероприятий в пределах санитарно-защитных зон.

Крупная проблема, связанная с антропогенным давлением городов на природные ландшафты, – массовый отдых городских жителей. Увеличение свободного времени, повышение мобильности и благосостояния населения, усталость его от городской среды ведут к тому, что число отдыхающих на пригородных территориях растет с каждым годом. Его рост в 4–5 раз опережает рост численности населения. Развитие рекреации порождает большое число экологических проблем и прежде всего связанных с хроническим превышением нагрузок на ландшафт, возникновением пожароопасных ситуаций, а также с физическим уничтожением многих представителей флоры пригородных лесов.

Рекреационные нагрузки только на первый взгляд представляются незначительными. Достаточно отметить, что после 3–4 лет интенсивного использования лесных полей для их восстановления требуется не менее 5–6 лет, что при плотности посетителей более 100 чел. на 1 га естественное лесовосстановление полностью нарушается, что виновником 99% лесных пожаров является человек, что количество грибов, ягод, цветов, лекарственных трав вокруг крупных городов сокращается значительно более высокими темпами (за счет подорванности способности популяций к восстановлению), чем растет число отдыхающих и, вероятно, к концу XX века многие виды растений и грибов в радиусе 50–100 км вокруг крупнейших городов безвозвратно исчезнут.

Особую угрозу для всего живого представляет рост числа индивидуальных автомашин, нерегламентированный въезд их в лесные массивы, к берегам рек и водоемов и т.д. Поэтому главными мерами по охране пригородных лесов должны стать не только инженерные мероприятия по повышению их "несущей способности", лесотехнические

мероприятия по улучшению породного состава, экологических и эстетических свойств леса, но и ведение соответствующих режимов посещения тех или иных участков леса, имеющих соответствующую правовую основу. Давно пора прекратить практику "освоения" пригородных лесов, перенесенную из XVIII века. Принципы взаимоотношения города и природы на урбанизированных территориях, в пределах систем расселения, должны быть иными. Не должно быть резкого перехода от урбанизированной к природной среде (за исключением особых случаев – строго охраняемых заповедников на пригородных территориях и т.д.). Такой переход губителен для последней. В условиях плотно заселенных пригородных территорий и огромных потоков отдыхающих, места массового отдыха должны быть не только разнообразными, но и хорошо подготовленными в инженерном отношении. Помимо естественных ландшафтов, здесь должно быть достаточно лесопарков, водоемов, спортивных сооружений. Следует более интенсивно в смысле качества и разнообразия рекреационного обслуживания использовать зоны отдыха, путем сочетания в пригородных зонах функций отдыха, спорта, охраны природы, просветительной деятельности и др.

Вопросы для самопроверки

1. *В чем особенности функционирования растительности в городе?*
2. *В чем заключается санитарно-гигиенические функции растительности в городе?*
3. *В чем проявляется влияние растительности на микроклимат территории?*
4. *В чем проявляется декоративно-планировочная функция растительности?*
5. *Каковы особенности существования растительности?*
6. *Какие знаете категории озелененных территорий?*

7. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ГОРОДОВ С ЖИВОТНЫМ МИРОМ

Животный мир в глобальном круговороте вещества и энергии занимает важное место стимулятора и ускорителя биосферных процессов обмена веществом и энергией. Несмотря на сравнительно небольшую массу животных на Земле (всего 0,25% от живого вещества биосферы), роль их особенно велика, что объясняется высоким уровнем энергетических процессов у животных и их большой подвижностью и разнообразием (более 2 млн видов против 300 тыс. видов в растительном мире), что исключительно важно для надежного осуществления основного процесса в биосфере –биотического круговорота вещества и энергии.

Биосферная функция – важнейшая в эволюции животного мира. Но животный мир необходим человеку, кроме того, и с утилитарной, и с эстетической точек зрения. Утилитарное значение животных – в их значительной хозяйственной ценности. А если подходить к этой проблеме с более широких позиций, то животные нужны для непредвидимых ныне направлений исследования природы в будущем.

В ходе эволюции биосферы исчезли не только отдельные виды, но и более крупные систематические единицы животного мира. В эволюции растений и животных процесс вымирания одних и образования других видов неизбежен. Этот процесс происходит в результате изменения климата, условий местообитания. Средняя продолжительность жизни вида птиц до появления человека была 2 млн лет, а млекопитающих – около 600 тыс. лет. Однако появление человека и расселение его по планете внесло печальные коррективы в эту статистику. Используя очевидную пользу растительного и животного мира, люди очень быстро сократили ареалы распространения тех или иных живых организмов, абсолютную их численность и, что самое главное, стерли с лица Земли уже более 250 видов растений и животных. Главные причины оскудения животного мира – хозяйственный перепромысел (прямое преследование и нарушение структур и популяций), изменение и уменьшение мест обитания вследствие прогрессирующей индустриализации и урбанизации, а в последнее время во все больших масштабах – ухудшение состояния окружающей среды.

Животный мир городов заметно отличается от фауны естественного биогеоценоза. Прежде всего это связано с тем, что в городах в результате большого количества заасфальтированных и бетонированных поверхностей и других факторов создаются особые условия жизни, которые значительно отличаются от природных. В результате строения и разрастания города многие сообщества, бывшие в этом месте раньше, разрушаются, однако часть видов, входивших в них, остается и постепенно

приспосабливается к новым условиям. Животным приходится приспосабливаться к особому городскому микроклимату, переносить городской шум, производимый транспортом и большими скоплениями народа. Даже на незастроенных участках города, где еще сохранились малоизмененные антропогенной деятельностью уголки природы, условия жизни несколько иные, поскольку эти территории являются основными рекреационными объектами города и, соответственно, несут большую рекреационную нагрузку.

Тем не менее, некоторые виды животных очень неплохо сумели приспособиться к жизни в городских условиях. В основном это наиболее экологически пластичные животные, в первую очередь всеядные и те, которые быстро адаптируются к городскому шуму, могут легко переходить с одного вида корма на другой, использовать свалки и помойки в качестве основной кормовой базы, гнездиться и укрываться в разных, иногда крайне экстремальных условиях.

Хотя в городах (и притом в крупнейших) живут представители самых разнообразных видов диких животных и птиц, эти животные чаще всего представляют либо живые экспонаты (в зоологических садах, уголках натуралистов, парках и т.д.), либо выполняют декоративную функцию (в парках, садах и т.д.) и очень редко являются членами целой популяции того или иного вида. Исключение составляют виды, эволюция которых была связана с длительным сосуществованием с человеком, – крысы, воробьи, голуби, тараканы, большое число которых в городах объясняется почти полным отсутствием их естественных врагов. Городская среда мало приспособлена для сохранения естественных экосистем и способствует не столько гибели отдельных особей, сколько разрушению их популяций, лишая их привычных мест обитания и оттесняя в мало нарушенную человеком природу.

В наше время на фауну птиц, например, действуют два главных фактора:

- отравление мест их обитания пестицидами;
- урбанизация.

Действие *первого фактора* ощущается на обширных пространствах, практически по всей планете. Развитие градостроительства более локально, но, тем не менее, ведет к кардинальным изменениям в фауне в силу многообразия процессов урбанизации и растущей их интенсивности. При совместном действии двух факторов, т.е. когда на урбанизированных территориях еще применяются ядохимикаты для защиты зеленых насаждений от вредителей, создаются условия, близкие к стерильным.

Тем не менее, многие виды животных и птиц живут в городах. Наиболее приспособлены к обитанию в урбанизированной среде виды, относящиеся к так называемому скальному комплексу, то есть особи,

приспособленные к жизни в расчлененном рельефе, в том числе птицы, устраивающие гнезда на скалах, крутых оврагах: воробьи, стрижи, галки, голуби, горихвостки-чертушки и т.д. В некоторых городах Африки живут эндемичные для этого континента птицы-мыши, в городах Австралии на деревьях обитают сумчатые млекопитающие, например, кузу, во многих городах нередки целые колонии чаек, кряковых уток, белых лебедей, в Хельсинки живет большая поганка, в Канберре – утконос. Особенно разнообразен животный мир в больших городских парках (например, в центральном парке Нью-Йорка), где можно встретить не только разнообразных птиц, белок, но и ежей, лисиц, енотовидную собаку, оленей и т.д. Следовательно, несмотря на чуждую живой природе городскую среду, имеются и факторы, способствующие расселению некоторых животных и птиц на городских и пригородных территориях. Эти факторы порождены соседством человека (возможность найти пищу в любое время года, получить защиту от хищников и др.).

По состоянию численности и видового состава некоторых животных можно определить степень экологического благополучия того или иного района. Так, например, большое значение имеет показатель количества **синантропных** *животных*, т.е. "тех видов, которые регулярно обитают на территории населенных пунктов или в сооружениях человека (различных постройках, жилых зданиях, магазинах, местах хранения пищевых продуктов и т.п.), образуя там постоянные и периодически возникающие независимые или полузависимые популяции". Наличие множества синантропных видов (серая крыса, домовая мышь) при полном отсутствии **экзоантропных** (рыжая полевка, обыкновенная бурозубка и др.) свидетельствует о значительной степени трансформации ландшафта или даже полной его деградации. Поэтому при осуществлении градостроительной или иной хозяйственной деятельности необходимо помнить о сохранении биологического разнообразия города.

Из млекопитающих в городе наиболее распространенными являются такие виды, как серая крыса, или пасюк, и домовая мышь. Эти животные относятся к группе настоящих синантропов, область распространения которых во много раз превышает исходный ареал. Они могут обитать во всех типах зданий, в том числе и в многоэтажных каменных домах, питаются эти животные преимущественно за счет человека.

Серые крысы и домовые мыши. Серые крысы заселяют главным образом подвалы и нижние этажи зданий. Особенно большое значение имеет при этом высота зданий: чем больше этажей, тем больше мусора скапливается в мусороприемных камерах и тем больше пищи для крыс. На окраинах города они многочисленны летом на свалках, по берегам речек и ручьев, много их и на полях орошения. Крысы приносят человеку большой

вред. Они не только поедают и портят продукты питания, но повреждают сооружения, подземные кабели и коммуникации, разносят опасные для человека инфекции, такие, как трихинеллез, лептоспироз, туляремию, сальмонеллез и прочие. Так, только по Москве и только зарегистрированных укусов ежегодно насчитывается 150–200 случаев. По данным американских ученых, почти пятая часть пожаров в городах вызвана замыканиями в электропроводке вследствие деятельности грызунов. Оценки экономического ущерба сильно разнятся, например, для Москвы они составляют десятки миллионов рублей в год. Но после уничтожения крыс проблемы не кончаются.

Во-первых, остаются крысиные клещи. Не имея постоянных хозяев, они перебираются на людей, вызывая у них сильный дерматит, причину которого установить довольно трудно, и человек, не подозревая о клещах, может долго и безуспешно лечиться.

Во-вторых, при истреблении крыс освободившиеся экологические ниши быстро занимаются домовыми мышами. Это еще одни наиболее конкурентоспособные представители грызунов. Домовые мыши предпочитают сухие помещения. Оптимальные условия для них складываются на складах бакалейных продуктов. В домах, в отличие от крыс, мыши селятся на всех этажах, но предпочитают нижние и верхние. Меньше всего их на средних этажах, что, по-видимому, связано с более широкими возможностями для устройства гнезд в подвалах и на чердаках. По наблюдениям Т.Ю. Чистовой и Л.Л. Данилкина, чаще всего домовые мыши появляются в зданиях, имеющих технические нарушения. Заселение этих помещений мышами происходит осенью, после наступления похолодания. Появление серых крыс не связано с погодными условиями, а определяется главным образом беспокойством этих грызунов в местах их постоянного обитания. Например, проведение каких-либо ремонтных работ почти всегда влечет за собой заселение крысами помещений, связанных с районом работ подземными коммуникациями.

Подсчитать точное количество крыс и мышей в настоящий момент довольно сложно, так как точная методика учета численности еще не разработана. Однако обычно наблюдается резкое увеличение количества этих грызунов к осени и снижение численности к весне.

Человек ведет постоянную борьбу с грызунами, пытаясь уменьшить их количество. Интересен тот факт, что если домовая мышь выживает в этих условиях: счет очень быстрого размножения, то крыса старается тем или иным образом приспособиться к методам борьбы. За несколько поколений крысы сумели выработать иммунитет к некоторым ядам, научились обходить многие ловушки постепенно осваивают новые территории.

Насекомоядные и рукокрылые. Другая группа млекопитающих, обитающих в городе, только частично связана с человеком. Из насекомоядных можно встретить обыкновенного ежа, обыкновенного крота, обыкновенную бурозубку и малую белозубку. Сюда же относятся рукокрылые, представленные в городах континентальной Европы в основном насекомоядными летучими мышами. Интересно то, что, обитая в основном в широколиственных лесах, где много естественных убежищ, они селятся и в помещениях, но питаются за их пределами. Исследования С.В. Крускоп и А.В. Борисенко показали, что ключевыми экологическими факторами, определяющими устойчивое существование рукокрылых в городе, являются хорошее состояние кормовой базы (высокая численность и разнообразие ночных летающих насекомых), наличие кормовых станций (в первую очередь – речных пойм и лиственных лесных массивов площадью до нескольких квадратных километров), а также наличие убежищ с подходящим микроклиматом, расположенных вблизи от кормовых станций. Согласно К.К. Панютину человеческие постройки (в первую очередь каменные здания с железной крышей и деревянными перекрытиями) как нельзя подходят для таких убежищ, так как благодаря сочетанию материалов с различной теплопроводностью и теплоемкостью там создается мозаичный температурный режим.

Грызуны. Из отряда грызунов к группе млекопитающих, частично связанных с человеком относятся полевая и лесная мыши, обыкновенная и восточно-европейская полевки, обыкновенный хомяк и белка. Сама белка не стремится к соседству с человеком, однако, оказавшись в пределах города, легко приспосабливается к городской среде. Численность белки в лесопарках и парках иногда даже выше, чем в лесу. Этому в значительной мере способствует подкормка животных, хотя, конечно, основной корм белок составляют семена хвойных деревьев, и наибольшей численности эти грызуны достигают в годы урожая шишек сосен и елей. Белки очень быстро ручнеют и доставляют большую радость, особенно детям и пожилым людям. Но, к сожалению, эти грызуны наносят большой урон певчим птицам, они поедают яйца и даже птенцов мелких воробьиных птиц, гнездящихся открыто, прежде всего, певчих дроздов, зябликов и других.

Хищные млекопитающие. К жизни в городе благодаря высокоразвитой высшей нервной деятельности хорошо приспосабливаются хищные млекопитающие. Среди хищников встречается черный хорь, ласка, обыкновенная лиса. Ласка может жить везде, где есть мелкие грызуны – рыжие полевки, лесные мыши. В годы, когда численность этих видов минимальна, ласка полностью исчезает. Лисы также не редкие гости в городе. Они приспособились устраивать норы под кусками брошенного цемента и в других местах, которые трудно

разрыть, раскопать браконьерам или собакам. Иногда они поселяются в застроенной части города, привыкая к его шуму. Исследователи Института проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН наблюдали, как в Москве, на Пятницкой улице (в самом центре города) несколько лет жила лиса во дворе небольшого дома. Днем она укрывалась в норе, вырытой под домом, а ночью выходила, кормилась на помойке и отлавливала грызунов.

Бездомные животные. Несколько особняком в городской фауне стоят бездомные животные, в наибольшей степени собаки и кошки. В настоящее время этой проблеме уделяется очень большое внимание, так как, с одной стороны, эти животные являются потенциально опасными для человека. Они ухудшают санитарно-эпидемиологическую обстановку, поскольку могут переносить различные заболевания, которыми могут болеть не только другие животные, но и человек (бешенство, лептоспироз, дирофиляриоз, токсоплазмоз, гельминтозы и другие), также ежегодно довольно большое количество людей страдает от нападения на них одичавших животных. Брошенные своими хозяевами, собаки могут объединяться в большие стаи, защищая свою территорию, они порой проявляют агрессию по отношению к человеку. Только по официальным данным за 1999 г. в Москве зафиксировано более сотни укусов на 100 тыс. жителей. С другой стороны, многие методы, используемые для регулирования численности этих животных, зачастую негуманны и комически невыгодны. Последнее касается проблемы отлова животных с последующей их эвтаназией (уничтожением или убийством). До сих пор этот метод является одним из самых распространенных в России. Однако полное истребление, например, бездомных собак в районе, ведет к тому, что их экологически нишу занимают другие безнадзорные собаки или кошки, или, что еще хуже серые крысы, и это влечет за собой новые проблемы.

Во многих крупных европейских городах, в США, Гонконге, Сингапуре сейчас все чаще применяют менее жестокие средства для сокращения численности таких животных, например, методы массовой стерилизации и кастрации. Также весомое значение имеют общественные организации и частные лица, которые создают приюты и гостиницы для бездомных животных, где они смогут не только получить пищу, но и необходимую квалифицированную ветеринарную помощь. Действенным методом является и ликвидация мест потенциального логова, где можно без помех выращивать потомство (открытые подвалы, теплотрассы, заброшенные и законсервированные стройки и т.д.).

Городские птицы. Еще одни довольно многочисленные обитатели крупных городов – это птицы. Наиболее распространенные виды – серая ворона, сизый голубь и домовый воробей. В центральных деловых и

жилых кварталах эти виды составляют больше 70% всего животного населения.

Серая ворона – один из наиболее экологически пластичных видов в городе. Она хорошо адаптировалась к жизни в урбанистическом ландшафте. По И.И. Апаровой, еще в 40-х годах XX века серые вороны не только не гнездились в Москве, но даже не ночевали в городе. Они прилетали рано утром и осваивали местные помойки, а вечером стаями улетали в ближайшие леса за пределы города. Сейчас вороны полностью приспособились к городским условиям. Они нашли практически неограниченный источник питания в виде пищевых отходов в мусорных контейнерах и на помойках. Вороны также научились отнимать пищу у домашних собак и кошек, извлекать пищу из упаковок (из коробок от молочных продуктов, из пакетов от чипсов и орехов, из металлических банок и т.д.), открывая их при помощи клюква и ног. Они вырабатывают различные тактики воровства и занимаются хищничеством. Теперь серые вороны гнездятся на одиночных деревьях по всему городу, даже в центре. Плотность гнездования увеличивается при приближении к источникам питания. Это можно объяснить стремлением вида сэкономить энергию на полеты за пищей.

Серые вороны совершенно не боятся ни городского шума, ни самого человека. Нередки случаи нападения этих птиц на людей. Однако вороны хорошо чувствуют потенциальную опасность. Так, было подмечено, что они четко дифференцируют нейтральное поведение человека и поведение наблюдателя. Если обычных людей они подпускают на расстояние 1–2 м, то наблюдателей – не меньше чем на 20 м.

Как показало мечение птиц, до 40% городской популяции серой вороны оседла; в осенне-зимний период вороны совершают лишь небольшие перемещения в пределах нескольких городских кварталов. Зимой количество ворон возрастает за счет мигрантов (в основном с северо-востока). Численность зимующей популяции врановых, в том числе галок и грачей, колеблется от 300 тыс. до 1 млн особей (Экология..., 1998).

Сизые голуби. Существование сизых голубей также неразрывно связано с человеком. Численность их в городе в 14 раз выше, чем в сельской местности. Так же как и для ворон, основным источником питания для голубей являются пищевые отходы, и все птицы собирают корм в местах своего обитания. Миграции птиц практически не наблюдаются. Надо отметить, что сизый голубь наносит весьма ощутимый ущерб человеку. По оценкам специалистов, от 40 до 90% птиц заражены орнитозом. В местах скоплений птиц на чердаках создаются благоприятные условия для размножения клещей, пухоедов, блох, мух, молей. Помет голубей разрушает металл и отделочные материалы,

вызывая коррозию, материальный ущерб от голубей составляет огромные суммы.

Воробей домовый – еще один постоянный спутник человека в городе, однако тоже небезопасный. Исследования, проведенные в Западной Европе, показали, что из 227 домовых воробьев 12,3% птиц оказались зараженными токсоплазмой (Экология..., 1998).

Хищные птицы могут ограничивать численность ворон, голубей и воробьев. Поэтому в последние годы во многих городах Европы и Америки предпринимаются небезуспешные попытки искусственного заселения хищными птицами. Оказалось, что, будучи выпущенными птенцами, они воспринимают городскую среду как «естественный» биотоп. Улетая на зимовку, они возвращаются обратно в город, гнездятся на карнизах и в нишах зданий, питаются воронами и голубями.

Также за последнее время наблюдается процесс синантропизации ночных хищных птиц, в частности ушастой совы. Немалое влияние на это оказывает наличие качественной кормовой базы для этого хищника. Они беспрепятственно находят здесь мелких грызунов и птиц, даже в зимний период. Иногда добычей сов становятся вороны. Все это говорит о том, что сам урбанизированный ландшафт обладает теми условиями, которые необходимы для успешного существования этого вида.

Постепенно осваивают городскую среду и **водоплавающие птицы**. Наиболее экологически пластичным видом, который смог приспособиться к обитанию в небольших водоемах с мозаичной неоднородной структурой местообитаний, оказалась кряква. Она быстро освоила все пригодные городские пруды, поймы и русла рек. Раньше кряквы покидали город сразу после наступления ледостава, сейчас многие из них предпочитают не мигрировать за пределы города. Они зимуют в пределах незамерзающих русел (у теплых сбросов, очистных сооружений, электростанций), особенно при наличии корма. Таким образом, с развитием кассовой жилой застройки и ростом числа незамерзающих рек увеличивается и численность водоплавающих птиц. Эта ситуация характерна для многих крупных городов.

Быстро адаптируется в городских условиях большая синица и синица-лазоревка. Остальные виды птиц не столь многочисленны. Однако в крупных парках и лесных массивах можно встретить стрижей, дроздов, зарянок, поползня, пищуху, дятлов, желтых трясогузок, юрков и других. Такие виды птиц, как скворец, городская ласточка, горихвостка-лысушка, зяблик, зеленушка, щегол, гнездятся в небольшом количестве и нерегулярно.

Рыбы и их особенности в городских водоемах. Ихтиофауна города также испытывает сильный антропогенный пресс. Бытовые и промышленные отходы, попадающие в водоемы, причиняют вред всем

организмам, их населяющим, включая рыб. Исследования показывают, что почти полностью исчезли проходные рыбы (стерлядь, лосось). При этом выросло число видов-фитофилов. Их численность зависит от концентрации кормовых организмов, которая, в свою очередь, связана с высокой эвтрофикацией водоемов. К наиболее часто встречающимся видам можно отнести чехонь, белоглазку, карпа, белого толстолобика, бычка-круглянку и бычка-цуцика, ротана, радужную форель и некоторых других.

Большое количество видов загрязняющих веществ, аккумулируемых в илах и растениях и сбрасываемых в воду, не проходит для рыб бесследно. Особенно чувствительными к загрязнениям оказываются отложенная икра и ранние стадии развития рыб. Рыбы нерестятся в загрязненной воде и следствием этого являются аномалии и уродства, наблюдаемые у особей большинства видов рыб. У них нарушена как внешняя морфология, так и морфология внутренних органов. Имеются нарушения в строении черепа (рыбы-"мопсы"), осевого скелета, плавников (вплоть до полной их редукции), органов зрения (слепые рыбы и рыбы-телескопы), структуры чешуйного покрова, появление опухолевидных образований в т.д. Проведенные токсикологические анализы рыб показали, что одними из основных загрязнителей в теле рыб являются нефтепродукты. Иногда у отдельных видов обнаруживаются высокотоксичные тяжелые металлы, такие, как цинк, свинец, мышьяк, отдельные группы пестицидов (гексахлоран, ГХЦГ – гамма-изомер, метафос, тиофос), что абсолютно недопустимо по санитарным нормам.

Надо помнить, что рыбы являются адекватными индикаторами состояния водоемов. Они быстрее, чем человек, реагируют на изменение условий обитания, и состояние их организма может явиться предпосылкой для прогнозирования качества здоровья людей.

Насекомые в условиях города. Они выполняют функции опыления, перерабатывают мертвые растительные остатки, интенсифицируют почвообразование и т.д. Некоторые виды не столь полезны, однако очень хорошо приспособились к жизни в городе. В целом насекомые тоже очень устойчивы к изменениям в среде. Они чрезвычайно плодовиты, у них происходит быстрая смена поколений, и часто они довольствуются небольшими территориями. Поэтому насекомые могут гораздо лучше приспособиться ко всем внешним воздействиям. Промышленное загрязнение среды, огромные рекреационные нагрузки на биотопы и как следствие деградация или уничтожение кормовой базы приводят к перераспределению численности ряда видов насекомых.

Тараканы. Настоящими синантропами являются тараканы, особенно рыжий, или прусак, и черный. В России больше распространены рыжие тараканы. Они распространились по мусоропроводам и

вентиляционным устройствам, предпочитают населять верхние этажи зданий, что, по-видимому, связано с тем, что отопление подается сверху и в квартирах на верхних этажах теплей, чем на первых. Наиболее комфортно тараканы себя чувствуют при температуре 30^0С, более низкие температуры задерживают развитие насекомого. Температура ниже 5^0С для него уже смертельна: при – 5^0С погибает через 30 мин, а при – 7^0С – через минуту. Живя в помещениях, таракан может питаться остатками продуктов (крошки хлеба, овощи, сахар, масло и др.).

Синантропные тараканы опасны для человека не только тем, что они портят, загрязняют продукты, но и тем, что они разносят различные болезни: дизентерию, тиф, холеру, туберкулез, яйца глистов, споры болезнетворных грибков, бактерии и яйца паразитирующих червей и т.д. Предполагается, что тараканы переносят и вирусы – например, возбудителей полиомиелита и гепатита. Даже мертвый таракан, как и шкурки, оставшиеся от тараканьих личинок, небезопасны. Они выделяют очень сильный аллерген. Всемирная организация здравоохранения ставит его на третье место после таких возбудителей аллергии, как цветочная пыльца и клопы. Поэтому борьба с домовыми тараканами представляет важное звено в системе санитарно-эпидемиологических мероприятий.

Еще один непременный спутник человека – **комнатная муха.** Она не живет в условиях дикой природы, вне городской среды. Комнатная муха имеют очень высокую скорость размножения. Личинки мухи развиваются во всех гниющих ходах, теплый климат способствуют увеличению скорости этого процесса. Муха также является переносчиком возбудителей разных болезней. Она способна переносить более 100 микробов, включая сальмонеллу, стафилококк, кишечную палочку и шигеллу. Эти бактерии могут вызвать заболевания людей и животных, в числе тифоподобный жар, холеру, инфекционную дизентерию, гепатит, офтальмию, полиомиелит, туберкулез и детскую диарею.

Довольно многочисленные обитатели города – **комары**. Благоприятными условиями для развития комаров являются наличие застойной воды и теплого климата, поэтому в городах оптимальными местами для развития комаров служат подвалы. Там достаточно тепло, иногда бывают утечки канализаций, которые с успехом заменяют болотистые водоемы.

Они, как и муха, относятся к отряду двукрылых. Наиболее распространенными видами комаров, которых можно встретить в городе, являются два – комар- пискун, обычный "подвальный" комар, и малярийный комар. Часто малярийного комара путают с комаром-долгоножкой, крупным насекомым, питающимся соками растений, а не кровью. Настоящий малярийный комар похож на обыкновенного мелкого комара-пискуна и отличить его непросто. Однако не каждый малярийный

комар опасен, только тот, в слюнных железах которого находится паразит крови человека – малярийный плазмодий.

Комары являются разносчиками вирусов, наиболее распространенный – это малярия. Сейчас появилась также опасность заражения западнонильским энцефалитом, лекарств от которого еще нет. Достаточно остро эта проблема стоит в США, где только в Вашингтоне в августе 2002 г. было зарегистрировано около 40 точек, в которых находились насекомые, зараженные вирусом смертельной болезни. Кровососущими и, следовательно, опасными для человека являются только самки, самцы же питаются соком растений.

Очень велика роль **перепончатокрылых** в городе. Они помогают поддерживать репродуктивный потенциал травостоя на пустырях, в парках и скверах, опыляя многие растения нижнего яруса. Муравьи и осы выполняют функцию санитаров, выкармливая свое потомство предварительно убитыми или парализованными потребителями зеленой массы.

Многие виды, которые, казалось, были достаточно распространенными, исчезают в настоящее время. Так, неуклонно уменьшается численность рыжего лесного муравья, в большей мере из-за регулярных повреждений муравейников и изменения среды обитания. С исчезновением основных кормовых растений в городе пропадают и связанные с ними виды пчелиных. Очень редки такие насекомые, как цикадки, гусеницы бабочек, жуки-слоники. Между тем они являлись основным источником питания для потомства многих видов роющих ос. В связи с этим численность последних также постоянно уменьшается. Наиболее приспособленными оказались песчаные осы (аммофила полевая) и крабронновые осы.

Урботолерантными являются и некоторые виды шмелей, например полевой, земляной, городской. Они встречаются даже на максимально урбанизированных территориях, например на Арбатской площади в Москве. Выживанию шмелей способствует отсутствие сплошного сенокошения на газонах, улучшающее условия гнездования, наличие ив в городских посадках, являющихся источником дополнительного питания для самок, и другие факторы. Весьма распространенными являются пчелы – андрены, осмии. Например, в Москве наиболее приспособлена к городским условиям рыжая осмия, заселяющая трещины в стенах старых домов.

Краткий обзор фауны крупных городов, приведенный выше, наглядно показывает, что животный мир городов довольно сильно отличается от природной фауны. Он гораздо беднее по видовому разнообразию, чем естественные сообщества, здесь доминирующими являются совершенно иные виды. В то же время нельзя утверждать, что

фауна всех крупных городов мира совершенно одинакова. Существенную роль играет размер города. Чем больше город, тем богаче его фауна. Различия в видовом разнообразии и условиях обитания животных определяются также географическим положением городов, их историческими особенностями и другими факторами. В настоящем обзоре большее внимание уделялось фауне городов средней полосы.

Вымирание видов – насущная проблема урбанизированных территорий. Наиболее остро она стоит в районах массовой застройки. Сейчас процесс достиг той стадии, когда исчезают не только редкие позвоночные животные, требующие для своего существования крупных природных массивов со сложной пространственной структурой, но и мелкие беспозвоночные, которые намного более неприхотливы и которые могут сохраняться на гораздо меньших площадях. В связи со слабой изученностью беспозвоночных нет данных о точном числе видов, исчезнувших под антропогенным прессом. Однако примерные расчеты показывают, что в наши дни исчезает примерно по одному виду беспозвоночных ежедневно.

Общее количество видов стремительно сокращается, увеличивается доля синантропных видов, особенно настоящих синантропов, которые в застроенных частях могут оставаться единственной группой видов, способной выдержать мощную антропогенную нагрузку мегаполисов. Это ведет к разрушению самой экосистемы и делает почти невозможным ее саморегулирование.

Для нормальной работы экосистемы должны содержать полный набор свойственных им видов, поэтому необходимо сохранять даже самые редкие. Их наличие говорит о стабильности природных сообществ, тем самым и о стабильности той среды, в которой живет человек. Они являются индикаторами, показателем благополучия этих сообществ и соответственно всей среды в целом.

Одним способом сохранения животных может быть искусственное воспроизводство. Полученные молодые особи могут использоваться для интродукции в природу для поддержания таким образом численности и популяции некоторых животных. Примеры такого разведения уже есть, например, крокодиловые и страусиные фермы, разведение оленей в Новой Зеландии, а также пауков, попугаев, лемуров и некоторых других.

Таким образом, для управления животными в городе необходимо принимать комплексные и продуманные меры. Но, занимаясь проблемой сохранения животных в городе, нельзя также забывать и о том, что город создавался для человека, поэтому сохранение биоразнообразия в городской среде не является основной задачей. Создавая охранные зоны для животных, нужно думать и о том, как в них будет чувствовать себя человек. То есть при планировании города надо правильно зонировать

территорию, с одной стороны, пытаться максимально сохранить живую природу, а с другой – делать ее доступной для горожан, учитывая их рекреационные и эстетические потребности.

Элементы культурного ландшафта, урбанизированной среды во многих случаях улучшают условия жизни животных, и это обстоятельство необходимо использовать человеку в его отношениях с животных миром, к сожалению, чаще всего бывает наоборот, пестицидами и т.д.).

Вопросы для самопроверки

1. Какие животные относятся к синантропным и экзоантропным?
2. Каково поведение грызунов, хищних млекопитающих в условиях города?
3. В чем заключается особенности поведения городских птиц?
4. Каковы проблемы представителей животного мира в городе?

8. ФИЗИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ

Урбанизированные территории и, прежде всего, сами города в своем непрерывном количественном и качественном развитии все в большей степени испытывают воздействие комплекса специфических физических факторов, которые в большой мере определяют издержки научно-технического прогресса – шумового, теплового, электромагнитного и других "загрязнений". Урбанизированные территории характеризуются усилением электромагнитного поля (воздействия линий электропередач, радиотрансляционных и телевизионных станций, одновременной работы большого числа электромоторов и т.д.), повышением общего фона вибрации (вследствие высокой скорости транспортных средств, работы различных механизмов и машин), понижением ультрафиолетовой радиации (из-за повышения мутности воздуха), увеличением затрат энергии на единицу площади (а, следовательно, и увеличением отдачи тепла), ростом интенсивности радиации и гравитации (под воздействием огромных масс многоэтажных домов и работы скоростных лифтов), повышением уровня шума и другими физическими и химическими явлениями.

Влияние многих из перечисленных явлений на живые организмы, почву, абиотические компоненты биосферы изучено еще недостаточно, однако и полученные данные позволяют предполагать, что возможные изменения в городах гравитации, рост шумовых, радиоактивных, электромагнитных и других специфическое антропогенных нагрузок на окружающую среду в перспективе могут стать не менее опасными для людей, чем загрязнения водного и воздушного бассейнов и почвенно-растительного покрова. Всё это наряду с транспортной усталостью, перенапряжением нервной системы и другими последствиями жизни в крупном городе отрицательно сказывается на самочувствии населения, что выражается в быстрой утомляемости, подверженности различным заболеваниям и неврозам, повышенной раздражительности и т.д.

В городе создается так называемое **физическое загрязнение** геологической среды, связанное с местным изменением температурного, электрических и магнитных, вибрационных полей, проявляясь на локальной территории, эти техногенные физические поля по интенсивности значительно превосходят естественные аналоги. Техногенное воздействие сообщает геологической среде дополнительное количество энергии через статические (вес сооружений), динамические (вибрация), температурные и электрические поля.

Воздействие шума. Шум является одним из неблагоприятных факторов в современных городах (так, по оценке специалистов, излучаемая

звуковая мощность всех источников шума возрастает в США на 25% в год). Шум сопутствует прогрессу техники, развитию промышленности, строительства, непосредственно связан с увеличением числа и мощности транспортных средств. В последние годы отмечается непрерывное повышение шумового фона городов, основным источником которого является *транспорт*, на который приходится 60–80% всех шумовых проявлений. Нередко в крупнейших городах уровень шума в часы "пик" достигает 90–95 децибел акустических (дБА). Если принять во внимание, что допустимым является уровень шума в 45–50 дБА, а болевой порог находится где-то между 100 и 140 дБА, то острота проблемы очевидна. При уровне шума 50 дБА у людей возникает нарушение сна, снижается концентрация внимания, а при уровне 65 дБА проявляются *стрессовые реакции*. Мощными источниками шума в пределах урбанизированных территорий является также *железнодорожный* и стремительно развивающийся *авиационный* транспорт, а также метрополитен открытого и полного заложения.

В промышленных городах, особенно там, где ведется интенсивное строительство, особенно значительную роль играет тяжелый грузовой транспорт (до 80–90% всех шумов). На магистралях крупных городов уровень шума достигает 90 дБА. Так, например, в Самаре, Набережных Челнах, эквивалентные уровни звука составляют 70-80 дБА, Новосибирске – 69–82 дБА, Барнауле – 72–80 дБА, Ярославле – 69–79 дБА, Москве – до 85 дБА.

Существенное место в шумовом загрязнении городской среды принадлежит *железнодорожному транспорту*, особенно в пригородах. Интенсивность шума при движении поездов, работе сортировочных станций, компрессоров и другого оборудования предприятий железнодорожного транспорта достигает 90–100 дБА и более, что значительно превышает допустимые уровни и неблагоприятно отражается на здоровье пассажиров, работников транспорта и населения, живущего вблизи от транспортных коммуникаций и предприятий. Только начиная с расстояния 300 м от железнодорожных путей уровень шума приближается к фоновому.

Наиболее интенсивным источником шума является *воздушный транспорт*. Под трассами пролета самолетов на территории жилой застройки создается шум силой до 115 дБА, а на удалении 10 км от трасс – до 95 дБА. Авиационный шум оказывает неблагоприятное воздействие на самочувствие людей в радиусе до 20 км от взлетно-посадочной полосы.

Промышленные предприятия также могут быть источниками весьма сильного шумового загрязнения. Причины шума – различные *механические, аэро-, газо-, гидродинамические и электромагнитные* нестационарные процессы, характеризуемые переменными величинами

(пульсация скорости, вибрации и др.), а также работа машин и механизмов, потоки газов и жидкостей в трубопроводах и аппаратах, электрические и переменные магнитные поля в электрических устройствах. Нередко и в жизни, и в градостроительных проектах промышленные предприятия и другие хозяйственные объекты размещаются в непосредственной близости от жилой застройки, что приводит к превышению нормативных уровней шума, особенно в ночное время. А уровни внешнего шума от предприятий весьма высоки. Так, машиностроительные заводы характеризуются максимальным уровнем шума в 80 дБА, металлургические заводы – 100 дБА, ткацкое производство – 90 дБА, компрессорные станции – 100 дБА, газотурбинные и энергетические установки – 110 дБ А, кузнечно-прессовые цехи – 110 дБА и т.д.

Воздействие шума на живые организмы чрезвычайно опасно. Особенно вреден шум в ночное время. В ряде стран получены статистические данные о росте общей заболеваемости населения в связи с увеличивающимся городским шумом, а также о снижении производительности труда на 15–20%. Установлена определенная роль ночного шума в возникновении гипертонической болезни. Отрицательное влияние на живые организмы оказывает *инфразвук – неслышный звук*, частота излучения которого составляет 16–20 герц, а волны характеризуются большой проникающей способностью. Источниками инфразвука являются некоторые виды производственной деятельности, железнодорожный транспорт, работа двигателей ракет и самолетов и т.д.

Вибрация и гравитация. Весьма неблагоприятным физическим фактором воздействия на население современных городов является *вибрация.* Она отрицательно влияет не только на людей, производственная деятельность которых связана с процессами, сопряженными с явлениями вибрации, но практически на каждого городского жителя. При этом отрицательные реакции человека определяют не столько механические колебания, сколько вторичные эффекты и в первую очередь звук. Источниками *вибрации* в городах являются *промышленные установки*, например, кузнечно-прессовое оборудование, поршневые компрессоры, дизель-молоты, транспортные средства, создающие при работе большие динамические нагрузки, которые вызывают распространение вибрации в грунте и конструкциях зданий.

Наиболее интенсивное и стабильное воздействие на вибрационную обстановку в городах оказывает *транспорт – рельсовый* (метрополитен мелкого заложения, трамвай, пригородная железная дорога и др.) и *грузовой автотранспорт.* Эти источники генерируют колебания с максимумом энергии в определенных частотах. Такие максимумы для метрополитена составляют 63 Гц, для наземного рельсового транспорта – 31,5 Гц, для грузовых автомобилей и автобусов соответственно 8 Гц и 16 Гц.

Динамические воздействия колебаний в жилых помещениях зависят от многих факторов – скорости и интенсивности движения транспорта, удаленности автомобильных трасс от жилых зданий, технического состояния подвижного состава, качества пути, типа грунтов, расположения и вида подземных коммуникаций, конструкции зданий и др. Обширное вибрационное поле и распространение вибрационного фона на чрезвычайно большие расстояния создают полеты сверхзвуковых самолетов.

Повышенная вибрация отрицательно влияет на *общее самочувствие людей*, нарушает их сон, ведет к чрезмерному утомлению, ощущению дискомфорта, стрессовым состояниям.

Воздействие **(вибрации)** вибрационного поля на городскую среду различно в зависимости от типа пород, на которые воздействует вибрация. Скальные и полускальные грунты, обладающие упругими свойствами, передают вибрацию от источника к объекту воздействия без значительного поглощения энергии колебаний. При предрасположении массива пород к проявлению процессов оползней, обвалов, карст, плывунных явлений, воздействие вибрации может вызвать подвижки пород усилить интенсивность и отрицательные последствия этих явлений.

Основным источником вибрации по отношению к территории и инженерным объектам, являются транспортные магистрали. В качестве верхнего предела допустимого вибрационного воздействия на геологическую среду принимается 73 дБ. Эти условия создаются, когда наряду с автомобильным транспортом или независимо от него функционирует рельсовый транспорт с регулярным движением.

Гравитация – феномен еще не раскрытый. Она обусловлена двумя основными причинами - огромной концентрацией *многоэтажных зданий* в новых жилых районах и широким распространением *скоростных лифтов*, которыми пользуются все более широкие слои населения. Скопление огромных многоэтажных зданий негативно влияет на верхние слои геологических структур, приводит к "сминанию", очень большому уплотнению фунтовых слоев, нарушению гидрологического режима и другим весьма нежелательным последствиям, в том числе угнетенному психологическому состоянию горожан. А частое пользование скоростными лифтами сопровождается у отдельных людей нарушениями вестибулярного аппарата, обмороками и длительными расстройствами в психической сфере.

Тепловое загрязнение. Ежегодно на Земле более 8 млрд т условного топлива превращается в различные виды энергии, эквивалентные 60–65 млрд кВт-ч электрической энергии (общая мощность установок 12–15 млрд кВт). Масштабы антропогенной энергии близки к космическим, геофизическим и геологическим. Так, энергия отливов и приливов

составляет 5–6 млрд, ураганов – 20–30 млрд, землетрясений – 25–40 млрд кВт. Количество антропогенной энергии на земле ежегодно увеличивается на 6–7%.

Большая часть антропогенной энергии сосредоточена в пределах урбанизированных территорий, в том числе в больших городах, которые являются локализованными потребителями энергии, стягиваемой в них с огромных пространств. Зимой количество искусственного тепла на единицу площади города почти равно теплу, получаемому от солнечной радиации. Вследствие несовершенства технологических процессов, сравнительно невысокого коэффициента полезного действия энергетических агрегатов (по сравнению с естественными энергетическими циклами) огромное количество тепла тратится на подогрев воды, почвы, атмосферы, таким образом происходит тепловое загрязнение окружающей среды.

Тепловое загрязнение имеет *два* важнейших *аспекта – глобальный и локальный*. О первом уже говорилось выше, и в целом суть его заключается в повышении температуры на поверхности земли вследствие теплового загрязнения и эффекта парника в планетарных масштабах Главным ограничением в данном случае выступает уровень возможного повышения температуры на планете (не более, чем на $3{,}5^0$C). Этот уровень соответствует масштабам производств антропогенной энергии, не превышающим 5% от энергии солнечного излучения, поступающей на Землю.

Локальный аспект теплового загрязнения окружающей среды, помимо того, что во многом способствует глобальному загрязнению биосферы, характеризуется самостоятельным эффектом, который, как правило, значительно превышает глобальные средние значения, хотя проявляется более или менее локально (города, промышленные узлы, отдельные водоемы и т.д.).

Особенно высоких значений тепловое загрязнение достигает на отдельных участках гидросферы вследствие охлаждения водой агрегатов ГРЭС АЭС или других промышленных установок и сбросом горячей воды в водоемы. Крупные ГРЭС мощностью 2,1–2,4 млн кВт потребляют для охлаждения агрегатов 70–90 $м^3$/сек воды, т.е. расходы, соизмеримые с расходами средних рек, таких, например, как Москва-река. Тепловое загрязнение от атомных станций еще в 1,5–2 раза больше. Повышение температуры в водоемах приводит к изменениям химических и биологических параметров среды: уменьшает содержание в воде кислорода, доступ солнечного света к водным растениям и повышает токсичность загрязнений и скорость развития вредных сине-зеленых водорослей. В ряде случаев тепловое загрязнение используют в хозяйственных целях. Повышение температуры воды до $20–25^0$C

стимулирует рост и размножение водных организмов, благоприятствует рыбоводству. Так, например, на многих тепловых станциях в прудах-охладителях разводят белого амура, толстолобика, которые очищают водоемы, поедая водоросли, бурно развивающиеся в "тропических" условиях.

На территории большого города нарушение температурного режима (**тепловое загрязнение**) может наблюдаться до глубины 100–150 м и ниже. Под влиянием избыточного тепла может происходить локальное просушивание пород с изменением их прочности. С повышением температуры грунтовых вод возрастает скорость химических реакций в зоне их контакта с материалами подземных сооружений. Установлено, что скорость коррозии строительных марок стали линейно возрастает при изменении температуры от 0 до 80°С. Увеличение температуры пород и подземных вод активизирует деятельность микроорганизмов, являющихся агентами биокоррозии.

Электромагнитные излучения создают периодически меняющиеся в пространстве, электромагнитные поля, в которых переменное электрическое и магнитное поле тесно взаимосвязаны. Электромагнитные поля практически перекрывают все урбанизированные территории. С каждым годом по мере развития радиоэлектроники, роста энерговооруженности, увеличения "плотности" электротехнических и электронных агрегатов в пределах урбанизированных территорий негативное воздействие электромагнитных излучений на среду, и в том числе на человека, становится все более сильным.

Источники электромагнитного "загрязнения" по их виду условно можно подразделить на *точечные* (радиостанции, телецентры), *узловые* (электролинейные станции, промышленные установки, системы радиообеспечения крупных аэропортов и др.) и *линейные* (линии электропередач, электрифицированные линии железной дороги и т.д.).

В местах размещения радиопередающих станций и других объектов интенсивность электромагнитных полей меняется в зависимости от мощности объекта, конструктивных особенностей антенных систем, высоковольтных линий электропередачи, характера размещения их над уровнем земной поверхности, рельефа местности, растительного покрова, наличия искусственных препятствий и т.д.

В пределах территорий, находящихся под воздействием электромагнитного излучения линий электропередач (особенно высокого и сверхвысокого напряжения – 500, 750, 1150 кВ), создаются опасные зоны, в которых осложняется работа механизмов и машин, нарушается протекание биологических процессов. При высоких значениях параметров силы тока (более 1А) и длительном его воздействии почвогрунты уплотняются и превращаются в предельных ситуациях в сплошную

монолитную массу, деформируются клетки в почвенных микроорганизмах, приостанавливается их размножение, замедляются биохимические процессы. Поэтому чрезвычайно важным является устройство специальных зон вдоль линий электропередач: соблюдение специального режима сельскохозяйственных и лесохозяйственных работ в зонах влияния линий электропередач (возделывание нетрудоемких культур, минимальное применение механизмов и машин, укороченный рабочий день и т.д.).

Электрическое поле блуждающих токов в земле связано с рельсовым электротранспортом. Воздействие его выражается в повышении коррозионной активности среды. Опасность коррозии возникает при плотности блуждающих токов $5–10^{-2}$ А/м^2, тогда как реально наблюдаемая их плотность в городах в 200 раз выше. При высоком уровне электрического воздействия скорость коррозии стали составляет до 2 мм в год, а сроки безаварийной службы трубопроводов сокращаются вдвое.

Горные породы являются одним из естественных источников **радиационного облучения** жителей городов. От содержания в породах радионуклидов радия, тория и калия зависит как внешнее, так и внутреннее облучение людей. Внутреннее облучение в наибольшей степени связано с поступлением через органы дыхания газа **радона,** который является продуктом радиоактивного превращения радия – 226. Этот газ обладает способностью эмалировать из пород, проникать через отверстия в полу и стенах, через стыки элементов конструкций в помещения и накапливаться на первых этажах зданий.

Особенно высокие содержания радия могут быть в некоторых разновидностях гранитов и из осадочных пород – в глинистых сланцах, обогащенных органическим веществом. В зонах тектонических разломов пород выделение радона происходит более интенсивно.

Радиоактивное загрязнение окружающей среды характеризуется увеличением естественного радиоактивного фона в результате использования человеком естественных и искусственных радиоактивных веществ. Значительное увеличение радиоактивного фона на Земле наблюдается в последние десятилетия. Причиной этого явились экспериментальные ядерные взрывы, работа ядерных реакторов, использование радиоактивных изотопов, добыча урановой руды, складирование радиоактивных отходов, производство и применение большого количества калийных удобрений, а в последние годы и последствия катастрофы на Чернобыльской АЭС.

Радиоактивные вещества переносятся воздушными потоками и водными течениями, животными и особенно птицами и рыбами.

Продукты радиоактивного распада могут находиться в стратосфере от 3 до 9 лет, в тропосфере – около 3 месяцев, основная масса радиоактивных веществ поступает из атмосферы на землю с

атмосферными осадками и в основном концентрируется в верхнем слое почвы толщиной 15 см. Животные организмы способны поглощать из среды обитания радиоизотопы и избирательно концентрировать их во внутренних органах. При этом радиоактивность живых организмов во много раз превышает радиоактивность среды их обитания. Так, например, радиоактивность планктонных обитателей в 50 тыс. раз выше, чем воды, в которой они живут, а концентрация радиоактивного фосфора у пресноводных рыб в 20–30 раз, а у водоплавающих птиц в 50 раз выше, чем в водоеме.

Наиболее острой современной проблемой, связанной с радиоактивным загрязнением окружающей среды, является эксплуатация *атомных электростанций* (АЭС). Радиационная опасность размещения АЭС в системах расселения в непосредственной близости от городов связана с двумя главными факторами – аварийной опасностью и ликвидацией радиоактивных отходов. До Чернобыльской катастрофы второму фактору придавалось значительно большее значение, чем первому, и не только из-за сложности организовать безопасное захоронение радиоактивных отходов, но и из-за трудностей их перевозки. Возможность аварий на АЭС допускалась (а они имели место, как, например, авария на АЭС "Три Май Айлэнд" в США), но по мере того, как атомная энергетика все более развивалась и число АЭС во всем мире быстро увеличивалось, сознательно преуменьшалась проблема ликвидации радиоактивных отходов.

Ведомства по использованию атомной энергии в мирных целях всячески пропагандировали экологическую "чистоту" атомной энергетики, доказывая возможность строительства ядерных реакторов в крупных городах, их пригородных зонах. Разрабатывались проекты атомных котельных, общественности внушалась мысль о необходимости пространственной интеграции атомной энергетики с урбанизированными территориями, о безопасности ее тесного соседства с очагами цивилизации и городской культуры. Справедливости ради надо сказать, что в градостроительстве подобное мнение о "безвредности" ядерной энергетики чаще всего сочувствия не встречало. Тем не менее, АЭС достаточно активно строились и места их размещения, как правило, со специалистами-градостроителями никто не согласовывал. Так была построена Ростовская (Цимлянская) АЭС на просадочных лессовидных суглинках, Армянская АЭС на тектоническом разломе, начато строительство Крымской АЭС на Арбатской стрелке в Крыму в зоне значительной сейсмической активности и т.д.

26 апреля 1986 г. произошла самая крупная и тяжелая за всю мировую историю использования атомной энергии Чернобыльская авария, которая по долгосрочным биосферным последствиям является одной из

самых масштабных глобальных катастроф современности, а для нашей страны и других стран СНГ подлинным национальным бедствием. Катастрофа поражает своими масштабами – полностью загрязнена территория, равная Бельгии или Нидерландам, два с половиной миллиона человек оказались в зоне радиоактивного загрязнения. Самое страшное, что последствия Чернобыльской катастрофы будут ощущаться вечно, а жить в пределах зараженной радионуклидами территории можно будет лет через 300, не ранее.

Сейчас мало у кого сохранилась уверенность в возможности строительства АЭС в плотнозаселенных районах. После Чернобыльской катастрофы градостроительные принципы размещения АЭС должны быть коренным образом пересмотрены, а требования к работе ядерных объектов многократно ужесточены. Но проходит время, и ведомственные интересы постепенно снова берут верх. Намечается строительство новых АЭС и притом в достаточно плотно заселенных районах.

Вопросы для самопроверки

1. В чем особенность шумового загрязнения в городе?
2. Чем характеризуется электромагнитное излучение в условиях города?
3. Какова сущность радиоактивного загрязнения?

9. ВЛИЯНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ НА ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ

Урбанизация, с одной стороны, ведет к повышению уровня жизни и снижению общей заболеваемости городских жителей, а с другой стороны, к появлению новых заболеваний, многие из которых отличаются хроническим, длительным течением. Горожане чаще, чем сельские жители, страдают сердечно-сосудистыми, легочными, онкологическими заболеваниями, а также болезнями центральной нервной системы. Уровень заболеваемости болезнями органов кровообращения, нервной системы, респираторными недомоганиями в городе в 1,5–2 раза выше, чем на селе. Причем этим болезням чаще подвержены недавние выходцы из села, а коренные жители городов адаптировались к высоким физическим, химическим и психологическим нагрузкам, характерным для современного крупного города.

Трудно во всех случаях достаточно четко определить "долю" каждого из множества негативных городских факторов, влияющих на состояние здоровья населения. "Вклад" их в нарушение жизненных функций организма человека различен. Тем не менее, в целом состояние здоровья людей, подвергающихся стрессовым нагрузкам в городе, в том числе и обусловленным нарушениями в окружающей среде, может в известной мере служить своеобразным индикатором оценки комплексного воздействия экологических факторов, а следовательно, и экологической ситуации в тех или иных городах или системах расселения.

Качество жизни населения складывается из состояния окружающей природной среды и ***с****овершенно очевидно, что растительность и животный мир выступают самыми главными индикаторами окружающей среды.*

Климатические факторы. Важнейшая характеристика городской среды – микроклимат города, состояние которого определяется в значительной мере антропогенным воздействием на окружающую среду и прежде всего ее загрязнением. Оно оказывает влияние на освещенность, количество поступающей от Солнца ультрафиолетовой радиации, влажность, количество осадков, частоту образования тумана.

Один из важных компонентов микроклимата, оказывающих заметное влияние на организм человека – температурный режим воздуха. Средняя годовая температура в городе на несколько градусов выше, чем за его пределами. Продолжительность периода с положительными температурами в крупном городе значительно больше, чем на окружающих его территориях. Температурные различия между центром и периферией в городах определяются площадью города и плотностью

населения. Повышение среднесуточных температур в центрах городов обусловлено скапливанием в воздухе аэрозолей, препятствующих ночному излучению, активной аккумуляцией тепла застройкой. В целом тепловая энергия, выделяемая крупным городом, весьма значительна и достигает 5% солнечной энергии, поступающей на территорию города. В летнее время в городах могут образовываться так называемые "острова жары", которые могут стать причиной повышенной смертности населения преимущественно старших возрастных групп (в особо тяжелых случаях при температуре воздуха более 40^0С смертность возрастает в два–три раза и более).

В городах снижается величина ультрафиолетовой радиации (в среднем до 20%, что отрицательно влияет на людей – повышенная усталость, раздражительность, ухудшенный обмен веществ и т.д.). Повышается бактериальная загрязненность воздуха. Понижается относительная его влажность (до 8%), растет число дней с туманами, а следовательно, возрастает опасность возникновения смога.

В городах больше безветренных дней, ниже атмосферное давление и скорость ветра, что ведет к *застойным явлениям*, сильному загрязнению воздушного бассейна и повышенной заболеваемости населения болезнями органов дыхания.

Химические факторы. Химическое загрязнение городской среды обусловлено главным образом *технологическими выбросами промышленности и городского транспорта*. Пыль, различные аэрозоли и газы оказывают вредное воздействие на все жизненно важные органы человека и в первую очередь органы дыхания. "Вклад" загрязненного городского воздуха в возникновение заболеваний органов дыхания составляет 20%, кровообращения – 9%, психических расстройств – 8%.

При этом особенно страдают дети, у которых чаще всего отмечаются заболевания верхних дыхательных путей, хронические заболевания носоглотки, кариес зубов, а также аллергические заболевания. Установлено, что заболеваемость детей респираторными заболеваниями в зоне влияния металлургического комбината в 1,5 раза, а болезнями нервной системы в 2 раза выше, чем в сравнительно "чистых" городах.

С повышением уровня загрязнения воздуха связаны обострения бронхиальной астмы. В одном из японских городов смертность от бронхиальной астмы и хронического бронхита, синхронно возрастая с все большим загрязнением атмосферного воздуха, резко снизилась в результате проведения мер по охране воздушного бассейна.

Основными загрязнителями большинства индустриальных городов являются диоксид углерода, угарный газ, окислы серы и азота, химические оксиданты и тяжелые металлы. Все эти вещества могут вызвать астму, бронхиты, пневмонию и рак. Особую опасность представляет

возникновение экстремальных ситуаций и, в частности, *смог*. Эти случаи многократно описаны в литературе (Лондон, Донора, Лос-Анджелес и др.). Весьма вредны фотохимические смоги, важным компонентом которых является озон. Обладая высокой окислительной способностью, озон вызывает тяжелые изменения в легких повышая чувствительность легочной ткани к разного рода инфекциям. Пагубно отражается на здоровье населения загрязнение воздуха *пылью* и *аэрозолями*. Особенно опасны для здоровья людей твердые взвешенные частицы мелких фракций диаметром менее 2,5 мкм.

Особенно тяжелые последствия вызывает загрязнение воздушного бассейна городов *мутагенными и канцерогенными* веществами, выделяемыми коксохимическим, нефтехимическим, химическим производствами. К таким веществам относятся различные нитросоединения, бензпирен-3,4, другие ароматические углеводороды, формальдегид, асбест, радон и др. При этом особенно опасен асбест, поскольку его вредное воздействие на организм человека связано не только с выбросами, но и длительным использованием асбестовых деталей – отделочных и кровельных материалов, декоративных изделий, огнеупорной пропитки деревянных конструкций, тканей и спецодежды, асбестоцементных труб и т.д.

В загрязнении воздушного бассейна городов велика роль автомобильного транспорта (в некоторых западных городах до 90% от всех загрязнений атмосферного воздуха). Самым массовым и опасным загрязнителем при этом является окись углерода. Ее негативное воздействие ощущают на себе прежде всего люди с заболеваниями сердца и сосудов. При хроническом отравлении человеческого организма свинцом (тоже весьма "весомым" компонентом отработавших газов) возникают расстройства центральной и периферийной нервной системы. Окислы азота, озон и другие вещества, выделяемые двигателями внутреннего сгорания (особенно дизельными), также могут вызвать различные заболевания легких. Автотранспорт выделяет также канцерогены (углеводороды), нитроарены, обладающие мутагенными свойствами. Отработанные пары дизельного топлива действуют как нейродепрессанты. Вредны также формальдегид и другие опасные для здоровья людей вещества.

Физические факторы. К физическим факторам, воздействующим на состояние здоровья населения, можно отнести механические, тепловые, оптические, электрические, электромагнитные, ионизирующие факторы.

Наиболее изученным из всех этих факторов является *шум*. При воздействии на организм человека интенсивного шума наблюдается стойкое понижение слуха, нарушения вестибулярных функций, неврозы, заболевания сердечно-сосудистой системы (прежде всего, гипертоническая

болезнь), язвенная болезнь. Установлена зависимость частоты инфекционных заболеваний от шума. Под воздействием шума во время ночного сна у людей снижается функциональное состояние лейкоцитов в крови. Особенно опасен шум в сочетании с воздействием других антропогенных факторов и прежде всего с различными загрязнениями.

Весьма неблагоприятна для здоровья людей *вибрация*, интенсивность воздействия которой на современного человека связана с развитием технологий, должным образом не учитывающих гигиенические требования. При действии вибрации происходят изменения в сердечно-сосудистой системе (увеличение числа сердечных сокращений, увеличение артериального давления, стеснения при кровоснабжении конечностей и др.), ухудшение зрения, функций дыхания, сенсомоторных функций и др.

К *физическим факторам* воздействия на здоровье человека относят также *электрические, магнитные и электромагнитные поля*, а также *статическое электричество*.

При длительном воздействии электрического тока промышленной частоты (50–60 Гц) отмечается изменение функционального состояния нервной, эндокринной, сердечно-сосудистой системы, изменение обмена веществ и другие заболевания. Имеются свидетельства о развитии под воздействием электромагнитных полей злокачественных опухолей и лейкозов.

Специфический фактор, способный отрицательно влиять на здоровье людей – *статическое электричество*. В загрязненном воздухе на твердых взвешенных частицах, которые представляют собой диэлектрики, скапливаются электрические заряды, образуя в совокупности атмосферное статическое электричество, называемое иногда "электрическим смогом". Вредное влияние статического электричества на организм человека проявляется в нарушениях сердечно-сосудистой и других жизненно важных систем. Все большее применение в последние годы электризующихся полимерных материалов в строительстве, легкой, текстильной промышленности привело к повсеместному повышению активности статических электрических полей. Негативный эффект воздействия этих полей на организм человека проявляется в снижении чувствительности к раздражителям, ослаблении кровотока, угнетении окислительно-восстановительных процессов в организме и др.

Биологические факторы. Воздействие этих факторов на организм человека обусловлено болезнетворными микроорганизмами, содержащимися и размножающимися в атмосферном воздухе, водоемах и водотоках, почвах.

Пыль и аэрозоли, заполняющие и *загрязняющие воздушный бассейн* городов, выступают в качестве своеобразных "транспортных средств" для различных капельных инфекций – туберкулеза, других заболеваний. При

этом имеет значение и состав твердых частиц. Например, частицы органического происхождения, имеющие волокнистую структуру и хорошо обезвоженные (в текстильной промышленности и др.), весьма часто служат надежной базой для переноса туберкулезных палочек. Напротив, древесная пыль, образующаяся при разделке сырой древесины, содержащей смолы (природные консерванты), как правило, мало способствует переносу болезнетворных бактерий.

Гораздо большее значение имеет биологическое *загрязнение поверхностных и подземных вод*. Хотя объем хозяйственно-бытовых и фекальных сточных вод намного меньше, чем промышленных, опасность загрязнения водоисточников болезнетворными организмами первых весьма велика. Методы биологической очистки сточных вод не всегда достаточны для полного их обеззараживания, в связи с чем всегда имеется реальная опасность распространения кишечных инфекций, лямблиозного холецистита и других болезней. Поэтому обеспечение городов водой питьевого качества всегда связано с необходимостью водоподготовки и не только с осветлением воды, но и ее обеззараживанием хлором, озоном или ультрафиолетовыми лучами.

Большую опасность представляет *бактериальное загрязнение почв*, особенно на территориях, где отсутствует канализация, в районах размещения свалок, животноводческих комплексов и т.д. В целом же, в отличие от химических и физических факторов, негативно влияющих на здоровье людей и намного чаще поражающих горожан, биологические факторы более активно проявляются в сельской местности (кроме переноса болезнетворных бактерий воздушными массами), на межгородских территориях, в зонах массового отдыха населения.

Вопросы для самопроверки

1. *Какие факторы городской среды оказывают влияние на здоровье человека?*
2. *В чем особенность влияния климатических факторов на здоровье населения?*
3. *В чем особенность влияния химических факторов на здоровье населения?*
4. *В чем особенность влияния физических факторов на здоровье населения?*
5. *В чем особенность влияния биологических факторов на здоровье населения?*

10. СОХРАНЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РАВНОВЕСИЯ

Поддержание экологического равновесия – важнейшая задача конструктивной урбоэкологии. Даже безупречное с точки зрения комбинирования и кооперирования производств, современных методов промышленного и гражданского строительства, развитости технической инфраструктуры градостроительное решение может оказаться несостоятельным с экологической точки зрения, если в районе расселения отсутствуют условия, обеспечивающие хотя бы самовосстановление и самоочищение природной среды, то есть в известной степени равновесное состояние между природой и городом.

10.1 Понятие динамического экологического равновесия

В процессе взаимодействия с развивающимся человеческим обществом природная среда должна бесконечно длительное время сохранять (а в ряде случаев и улучшать) основные ее характеристики, от которых зависит ход наиболее важных естественных процессов на Земле – достаточную фотосинтезирующую активность автотрофных растений, воспроизводство в необходимых масштабах всех компонентов, сохранение многообразия жизни на планете, способность к самоочищению и дальнейшей эволюции. А это означает, что взаимодействие человеческого общества и природной среды должно происходить в условиях динамического гомеостаза, равновесного состояния.

Речь идет, конечно, не об абсолютном естественном равновесии, которое потребовало бы превратить всю Землю в гигантский заповедник. Развитие человеческого общества неизбежно ведет к изменению природной среды. Вместе с тем антропогенные изменения не должны носить характер катастроф, ведущих к новым экологическим кризисам. Они должны быть постепенными, обеспечивать правильное распределение и силу антропогенных нагрузок и необходимые условия адаптации к ним человека и природной среды. Такое состояние динамического гомеостаза в биосфере (в отличие от естественного равновесия) принято называть динамическим **экологическим равновесием**.

Абсолютного естественного равновесия на Земле не было и до появления человека. В условиях подобного равновесия была бы невозможна и сама эволюция биосферы. Однако природа развивается миллиарды лет, и происходящие в ней изменения для человека практически незаметны. Находящиеся в естественном равновесии экосистемы (биогеоценозы) в процессе эволюции проходят целый ряд стадий (*сукцессия*), замещение одних видов (популяций) в сукцессиях

создают благоприятные условия для других до достижения равновесия между биотическими и абиотическими компонентами. Подобная стабилизация экосистемы называется *климаксом.* Так, например, в случае вторичной сукцессии заброшенное поле через 1–2 года зарастает травой, далее в течение 15–20 лет оно бывает покрыто злаками и кустарником, затем 60–70 лет на нем растет сосновый лес и затем развивается устойчивый климаксовый широколиственный или смешанный лес. Точно так же на вырубках, где ранее были хвойные леса, сначала появляются кустарниковая растительность, затем лиственные породы (преимущественно береза и осина), сменяющиеся снова хвойными деревьями, и, наконец, лесное сообщество переходит в климаксовое состояние. Климаксовые системы обладают наибольшей биомассой, но и самой низкой продуктивностью. Поэтому хозяйственное развитие экосистем, трансформация биогеоценозов в агроценозы происходит в сторону постоянного повышения продуктивности последних, что исключает достижение экосистемой фазы климакса, т.е. многократно снижает ее устойчивость, пластичность и резистентность. То же происходит и с урбоценозами, только по причине быстрого упрощения их структуры и всё большего доминирования в них одного вида – *homo sapiens* (человека разумного). Вследствие невозможности отказа от интенсивного хозяйственного использования агро- и урбоценозов сохранение многообразия и компонентного баланса природной среды, а следовательно, и экологического равновесия все в большей степени начинает зависеть от **территориальных,** в том числе планировочно-градостроительных методов, обеспечивающих достаточное разнообразие биогеоценоза и антропогенных ценозов в пределах крупных экосистем.

Все сказанное об экологическом равновесии имеет прямое отношение к расселению и градостроительству (и не в последнюю очередь) потому, что территорию любого государства образуют районы различной величины, проведение природоохранных мер планировочного характера, в которых может оказаться весьма действенным не только для отдельной страны, но и для объектов континентального масштаба.

Для локальных объектов – районов расселения, городских агломераций и урбанизированных районов – потеря экологического равновесия может обернуться настоящей катастрофой, последствия которой нанесут огромный ущерб не только природе, но также хозяйству и социальной сфере. Поэтому поддержание динамического экологического равновесия следует считать важнейшим экологическим принципом решения конструктивных задач расселения и градостроительства, одним из фундаментальных принципов урбоэкологии.

Под **экологическим равновесием** в урбоэкологии следует понимать такое состояние природной среды урбанизированного района, городской

агломерации или отдельного города, при котором обеспечивается *саморегуляция,* надлежащая охрана и воспроизводство основных ее компонентов – атмосферного воздуха, водных ресурсов, почвенно-растительного покрова, животного мира. В соответствии с этим непременными условиями такого состояния должны быть:

- воспроизводство основных компонентов природной среды, обеспечивающее их баланс в межрайонных потоках вещества и энергии;
- соответствие степени геохимической активности ландшафтов (в том числе наличие условий для достаточно высоких темпов миграции продуктов техногенеза) масштабам производственных и коммунально-бытовых загрязнений окружающей среды;
- соответствие степени биохимической активности экосистемы района уровню антропогенных загрязнений (в том числе наличие условий для биологической переработки органических и нейтрализации вредного воздействия неорганических загрязнений);
- соответствие уровня физической устойчивости ландшафтов силе воздействия транспортных, инженерных, рекреационных и других антропогенных нагрузок;
- баланс биомассы в ненарушенных или слабонарушенных антропогенной деятельностью участках экосистемы района расселения, достаточная сложность и возможно большее разнообразие природной среды Наличие в пределах района формирования системы расселения первого и последнего условий экологического равновесия в ряде случаев может рассматриваться как достаточно надежная гарантия осуществления всех других его требований.

При рассмотрении условий экологического равновесия на различных территориальных уровнях видна существенная разница в возможностях их реализации. На глобальном уровне все эти условия (и в этом состоит экологическая стратегия человечества) должны быть, безусловно, выполнены. Как правило, их можно выполнить и на макротерриториальном уровне (континенты, крупные страны, отдельные регионы крупнейших государств). На мезо- и микротерриториальных уровнях применительно к локальным системам расселения (агломерации, города) можно выполнить только часть условий экологического равновесия, в чем нетрудно убедиться, обратившись к приведенному ранее ориентировочному экологическому балансу абиотических компонентов природной среды хорошо озелененного крупного города (*см. табл. 3.1*).

Не говоря уже о невозможности выполнить пятое условие экологического равновесия – обеспечить в городе баланс биомассы и необходимое разнообразие элементов экосистемы, следует помнить об

огромных количествах вредных веществ, выделяемых промышленностью, транспортом, коммунально-бытовым сектором, которые даже при кардинальном изменении технологии производства еще долгие годы останутся весьма существенными. Все это свидетельствует о том, что если при решении конструктивных задач расселения и градостроительства ставить и экологические цели (что в современных условиях совершенно необходимо), то удовлетворительное решение проблемы может быть найдено лишь в рамках достаточно обширного района или крупной городской агломерации. При экологическом подходе к проблеме отдельный город как система не имеет достаточных возможностей к саморегуляции, а поэтому должен рассматриваться в единстве с достаточно обширным районом. Таким образом, той реальной *первичной территориальной основой*, на которой можно обеспечить экологическое равновесие, является *мезотерриториальный уровень.*

Многообразие урбанистических образований, объектов градостроительного проектирования, их неодинаковый экологический и демографический потенциал, разнообразие природных условий предопределяют и различные возможности для сохранения экологического равновесия в границах этих объектов. Поэтому более правильно говорить, по меньшей мере, о ***трех уровнях*** *экологического равновесия – полном, условном и относительном.*

Полное экологическое равновесие может быть достигнуто при удовлетворении всех его условий. Необходимыми предпосылками этого должны быть значительная территория района формирования системы расселения и наличие в нем достаточно сбалансированных отношений между природой и техникой, урбанизацией и естественной средой. Критерии достижения экологического равновесия этого уровня различны в разных природно-экологических зонах страны и зависят от многих конкретных условий (климата, лесистости, гидрологических условий, степени хозяйственной освоенности территории и т.д.). В целом этот наивысший уровень экологического равновесия применительно к средней полосе страны может быть обеспечен на территориях с плотностью населения не более 50–60 чел. на 1 км^2 и лесистостью не менее 20–30%.

Условное экологическое равновесие можно обеспечить при невыполнимости лишь первого условия. Это реально на территориях с плотностью населения не выше 100 чел на 1 км^2, достаточно высокой долей открытых пространств, при значительной лесистости (не менее 20 – 30%).

Относительное экологическое равновесие может быть обеспечено во всех остальных случаях. Обязательным условием при этом является удовлетворение требований соответствия геохимической и биохимической активности, а также физической устойчивости территории данного района

силе антропогенных воздействий, то есть выполнение трех из пяти рассмотренных выше условий экологического равновесия.

При обосновании того или иного уровня экологического равновесия необходимо учитывать не только возможности, но и жесткие экологические и экономические ограничения. Так, например, для того, чтобы сохранить полное экологическое равновесие в масштабе планеты, необходимо это сделать и в границах наиболее крупных стран, что неизбежно повлечет за собой стремление к достижению такого состояния природной среды в крупных регионах и т.д.

Попытки представить возможность сохранения способности природной среды в границах крупных государств к частичному гомеостазу на уровне условного или тем более относительного экологического равновесия, т.е. главным образом путем развития мощной средозашитной техники, даже если пренебречь интересами нормальной эволюции биосферы (что, конечно, само по себе ошибочно), приводят к фантастическим результатам. Например, ориентировочные расчеты применительно к бывшему СССР показали, что если бы была поставлена цель в целом по стране обеспечить нормативное состояние атмосферного воздуха, поверхностных и подземных вод, почвенно-растительного покрова (основываясь лишь на гигиенических нормативах) исключительно путем строительства очистных сооружении, потребовалось бы затратить на эти цели несколько триллионов рублей (в ценах 1984 г.), а для обслуживания сложнейшей экологической инфраструктуры (очистные сооружения, мусороперерабатывающие заводы и т.д.) необходимо было бы привлечь не менее 6–7 млн. человек. Ясно, что, учитывая хроническую ограниченность средств и напряженную демографическую ситуацию в бывшем СССР, такая цель выглядела абсолютно нереальной. Поэтому территориальные и градостроительные методы, способствующие сохранению экологического равновесия и не требующие, как правило, специальных крупных капиталовложений, представляются особенно перспективными как с экологической, так и с экономической точек зрения.

10.2 Экологически сбалансированная структура урбанизированных территорий

Условия динамического экологического равновесия хотя и дают необходимое представление о территориальном механизме гомеостаза, все же недостаточны для того, чтобы оперировать этим понятием в практической деятельности. Использование гомеостатических принципов при планировке урбанизированных территорий становится возможным при реализации в градостроительной практике еще одного важного положения

урбоэкологии – экологически сбалансированной территориальной структуры.

В настоящее время на земном шаре насчитывается около 15 млн. поселений, занимающих (вместе с открытыми пространствами, также испытывающими на себе сильное влияние урбанизированной среды) около 9 млн км^2 (8% всей сути планеты), из которых более 6 млн км^2 приходится на города и техническую инфраструктуру. В перспективе к началу XXI века территории городов увеличатся не менее чем вдвое. Значительно возрастет и плотность населения, которая уже сейчас достигает в среднем 47–50 чел. на 1 км^2. Это почти предельное значение для биосферы, если не учитывать теоретически возможное в перспективе значительное увеличение ее продуктивности.

Существуют расчеты экологической, хозяйственной и психологической потребности людей в территории. Так, известный американский эколог Ю. Одум считает, что одному человеку необходимо 2 га (0,6 га пашни, 0,4 га под технические культуры, 0,8 га естественных ландшафтов, 0,2 га под промышленность и социальную инфраструктуру). При этом в среднем открытые пространства, измененные человеком ландшафты (преимущественно сельскохозяйственные и урбанизированные зоны (включая производственные, транспортные и другие инженерно-технические объекты) должны соотноситься, как 5:4:1. В соответствии с рекомендациями ФАО ООН леса на Земле должны занимать 50%, сельскохозяйственные земли – 45% и застройка – 5% территории.

Известны более конкретные рекомендации, основанные на балансе территорий различного функционального назначения в глобальном масштабе, в соответствии с которыми вся суша планеты разделяется на 12 типов зон. Эти зоны также можно сгруппировать на относительно не тронутые человеком, преобразованные (рекреационные зоны, сельскохозяйственные угодья и др.) и глубоко им измененные (урбанизированная среда). В соответствии с этими рекомендациями первый тип территорий должен занимать не менее 57%, второй – 40% и третий – 3% суши планеты и соотноситься примерно, как 5,5:4:0,5 (если учитывать, что элементы урбанизированной среды неизбежно присутствуют в первых двух типах территорий, а отдельные компоненты природы – в урбанизированной среде). Конечно, все это достаточно ориентировочные цифры. Соотношение указанных территорий будет разным в различных природно-экономических зонах, однако баланс этих территорий в масштабе планеты должен быть близким к указанному выше.

Все это свидетельствует о том, что биосферная основа расселения уже в настоящее время весьма напряжена. Это с особой силой убеждает в необходимости решения этой проблемы в рамках как глобальных общеполитических и социальных акций (сохранение мира, социальное

совершенствование общества и т.д.), так и путем проведения национальных, региональных и локальных мероприятий по охране окружающей среды, рациональному использованию природных ресурсов, и, что особенно важно, посредством более эффективного использования территории, ее рациональной планировочной и градостроительной организации, в том числе и экологически обусловленных решений в области расселения и градостроительства.

Человечество заселило Землю крайне неравномерно, что объясняется историческими, географическими и социальными различиями его эволюции в разных районах планеты. Широкое развертывание процессов урбанизации привело к еще большей полярности в распределении населения по территории, к концентрации его в определенных ареалах расселения. Наибольшие значения этой концентрации наблюдаются в крупных городах, городских агломерациях и урбанизированных районах, ставших ареной очень глубоких изменений в природной среде. В связи с этим особый интерес приобретают вопросы плотности населения на урбанизированных территориях, которые, в свою очередь, связаны с проблемой рационального распределения территорий различного функционального назначения.

Существует много подходов к определению "критических" антропогенных нагрузок на территорию в пределах городских агломераций и крупных городов и рационального ее использования в соответствии с потребностями населения. Большинство их них исходит или из гигиенических критериев, или из нормативов обеспеченности населения урбанизированной территории зонами различного функционального назначения. Сходимость результатов достаточно велика, хотя имеются и различия, что объясняется не столько разницей в понимании "критической" плотности населения, сколько различными подходами к определению границ агломераций.

Немецкие планировщики, например, считают "критической" плотность населения в пределах городской агломерации от 1000 чел. до 1500 чел. на 1 км^2. В последнем случае территории агломерации распределяются следующим образом: промышленность, города, транспортные коммуникации и т.д. – 28%, сельскохозяйственные угодья, зоны отдыха – 42%, акватории, леса, прочие земли – 30%.

ЦНИИП градостроительства был предложен норматив территории (для промышленных районов) на 1 жителя, составляющий 3–3,5 тыс. м^2. Существует также мнение, что плотность населения в промышленных районах, равно как и в городских агломерациях, не должна превышать 300 человек и в центральном городе – ядре агломерации – 2500 человек на 1 км^2.

Все эти цифры достаточно верно отражают не только необходимость дифференцированного подхода к ядру и периферийной зоне агломерации, но и реально существующие соотношения плотности населения в этих зонах. Вместе с тем, все эти рекомендации недостаточно учитывают ресурсные и общеэкологические условия, которые в конкретной ситуации значительно различаться. Поэтому весьма важным элементом анализа в любой научной и проектной работе по расселению в пределах плотнозаселенных территорий (более 50 чел. на 1 км^2) является определение так называемой *демографической емкости территории*.

Выше уже говорилось о том, что экологическое равновесие может быть достигнуто лишь в весьма обширных районах. Для обеспечения такого состояния природной среды наряду с созданием системы обезвреживания и утилизации стоков, выбросов и твердых отходов в любом районе должны быть зарезервированы значительные пространства, необходимые как для организации массового отдыха, так и для сохранения и воспроизводства важнейших природных ресурсов. Поэтому задача выделения национальных и природных парков, охраняемых ландшафтов, различных почво- и водоохранных зон, образующих своеобразный природный каркас территории, становится все более важной. В то же время необходимы и зоны хозяйственного назначения. Поэтому достижение экологического равновесия связано с научно обоснованным соотношением и взаимно увязанным рациональным размещением различных территорий – от урбанизированных до охраняемых природных ландшафтов.

Теоретически этот важный вопрос достаточно глубоко разработан. Такие понятия, как "природный каркас района", "экологическая ориентация в организации территории", "новая экологическая поляризация" и другие появились в результате стремления не только обеспечить охрану редких видов растений, животных и целостных ландшафтов, но и "уравновесить" негативные последствия индустриализации и урбанизации посредством создания в непосредственной близости от городских образований территорий – противовесов с различным градостроительным и экологическим режимом. В нашей стране в этом отношении наиболее известна концепция "поляризованного ландшафта" – объективной тенденции в развитии окружающей среды, своеобразной программы ее улучшения в условиях научно-технической революции и прогрессирующей урбанизации, выдвинутая Б.Б. Родонаном. Суть этой концепции состоит в предложениях, направленных на искусственную поляризацию биосферы и техносферы в пределах достаточно обширных территорий и в закреплении за поляризованными ландшафтами определенных народнохозяйственных функций.

Развитие основной идеи концепции "поляризации ландшафта" применительно к различным территориальным уровням позволяет сформулировать основные территориально-экологические принципы решения конструктивных задач расселения и градостроительства.

Оптимизация взаимодействия урбанистических структур и окружающей среды с точки зрения обеспечения в них экологического равновесия в большой степени зависит от характера пространственной организации систем расселения, соотношения в конкретных условиях зон с различным экологическим и хозяйственным режимами, то есть от территориальной структуры расселения в крупных регионах.

Огромная территория нашей страны и ее большой экологический потенциал, как и сложившаяся достаточно равномерная в целом сеть населенных мест, позволяет реализовать и поддерживать в будущем рациональную в экологическим отношении *территориальную структуру*, которую можно назвать *экологическим каркасом пространственной организации расселения.*

Суть ее заключается в следующем. В крупных регионах должен быть обеспечен баланс обширных территорий различного назначения (в том числе и очень продуктивных с экологической точки зрения), что является как об этом было сказано выше, одной из важнейших предпосылок для сохранения в таких регионах полного экологического равновесия. При этом особый практический интерес представляет структура экологического каркаса наиболее крупных и сложных региональных систем расселения, в которых, исходя из стратегических природоохранных задач расселения, во всех случаях необходимо обеспечить полное экологическое равновесие. Поэтому при исследовании и проектировании региональных систем расселения (а тем более общероссийской системы) целесообразно рассматривать районы их формирования как территориальные системы, включающие крупные городские образования и обширные открытые пространства, которые в экологическом отношении могли бы уравновесить друг друга. Такие системы, границы которых, как правило, должны соответствовать границам региональных систем расселения, могут быть названы *биоэкономическими территориальными системами* (БТС). В БТС целесообразно выделять по крайней мере три специфических урбоэкологических зоны – а) наибольшей хозяйственной активности, б) экологического равновесия и в) буферную.

А). **Зона наибольшей хозяйственной активности**, включающая, помимо районов формирования систем расселения и крупных автономно расположенных городов, прочие, наиболее плотно заселенные территории (интенсивное сельское хозяйство, добыча полезных ископаемых и т.д.), может быть определена расчетным путем, а режим использования ее территории установлен, исходя из совокупности экономических,

социальных и экологических потребностей региональной системы расселения с учетом дифференцированного подхода в зависимости от функционального зонирования урбанизированных территорий и других городских районов, входящих в региональную систему.

Б). Для воспроизводства важнейших природных ресурсов в БТС должны быть сохранены **зоны экологического равновесия**, размер которых также определяется расчетом, а режимы использования территории устанавливаются с учетом проведения следующих наиболее важных мер: всемерного ограничения размещения новых промышленных производств; сдерживания роста крупных городов; ограничения нового транспортного строительства запрещения всех рубок леса, кроме санитарных; расширения сети природных парков, заповедников, заказников, охраняемых ландшафтов; поддержания лесистости на уровне не менее 40–50%; проведения комплекса мероприятий по биологической и физико-химической очистке производственных и коммунально-бытовых стоков и всемерного сохранения чистоты малых рек; восстановления популяций животных и птиц, имеющих хозяйственное значение, а также редких их видов; запрещения всех видов охоты, кроме необходимых для поддержания фауны в равновесном состоянии; целенаправленного проведения мероприятий по инженерной подготовке и защите территории (в первую очередь, в зеленых и пригородных зонах городов); ограниченного применения инсектицидов, пестицидов и гербицидов, всемерного внедрения биологических и интегрированных методов борьбы с вредителями сельского и лесного хозяйства.

В). Во всех возможных случаях на стыке границ БТС (которые целесообразно увязывать по возможности с внешними границами зон экологического равновесия) должны быть предусмотрены **буферные зоны**, в задачу которых входит компенсация экологической неполноценности некоторых региональных систем расселения в наиболее плотно заселенных районах страны и обеспечение экологического равновесия в перспективе. Ширину таких зон, своеобразных экологических "швов" между региональными системами целесообразно принимать не менее 100–150 км.

В буферных зонах необходимо обеспечить в первую очередь расширенное воспроизводство лесного фонда с доведением лесистости не менее чем до 30%; запретить сплошные и условно-сплошные рубки леса; восстановить популяции животных и птиц и ограничить их отстрел в рамках спортивной охоты в специальных охотничьих хозяйствах; развивать сеть охраняемых ландшафтов, заповедников, заказников и природных парков. С развитием региональных систем расселения режим зон экологического равновесия следует распространить и на часть буферной зоны. В пределах наиболее крупных региональных систем такой

режим целесообразно установить уже сейчас в пригородных зонах городов, зонах активного питания рек и водораздельных лесов, а также в перспективных районах развития отдыха и туризма, не входящих в зоны экологического равновесия.

Наконец, *наименее освоенные* территории страны *с низкой плотностью* населения (преимущественно северные и восточные районы), обладающие, как правило, значительным экологическим потенциалом, целесообразно рассматривать как своеобразную ***компенсационную зону***, призванную компенсировать изъятие природных ресурсов в целом в единой системе расселения страны.

При формировании экологического каркаса *пространственной организации расселения* необходимо учитывать не только региональные социально-экономические особенности, но и различия в устойчивости экосистем различных природных зон. Так, например, в арктической и тундровой зонах естественные экосистемы должны занимать не менее 98% территории, в северной зоне тайги и горных таежных районах – не менее 80–90%, в зоне южной тайги – не менее 50%, в зоне широколиственных лесов и лесостепной зоне 30–35%, в степной зоне в зависимости от конкретных условий – 20—40%. Особенно осторожно надо подходить к этому вопросу в полупустынных и пустынных зонах. Без ирригации территорию этих зон можно использовать лишь экстенсивно.

Речь не идет, конечно, об абсолютном заповедании этих территорий. В них допустима хозяйственная деятельность, не нарушающая естественных экосистем. Все эти территории (за известным исключением) должны быть сосредоточены в компенсационной, буферных зонах и зонах экологического равновесия, хотя в ряде случаев и в зонах наибольшей хозяйственной активности, по крайней мере, *одну треть территории* должны занимать именно такие пространства (природные парки, лесопарки, зоны массового отдыха, заповедники, заказники, охраняемые ландшафты и т.д.).

Для того, чтобы более четко выявить и учесть существующую функциональную специализацию территории, урбоэкологическому зонированию территории должно предшествовать ее **функциональное макрозонирование.**

Макрозонирование слагается из следующих типов территорий:

- ❖ практически не нарушенных деятельностью человека (открытые пространства, умеренно эксплуатируемые лесные массивы, охраняемые природные территории и др.);
- ❖ умеренно измененные антропогенной деятельностью (сельскохозяйственные угодья, эксплуатируемые лесные массивы и др.);

❖ кардинально преобразованных человеком (города и другие населенные пункты, транспортные устройства, районы открытой добычи полезных ископаемых и др.).

Территории, отнесенные к тому или иному типу в масштабе крупных регионов, определяются на основе данных космической съемки и ориентировочного баланса территории с учетом соответствующих изменений, которые можно ожидать в социально-экономическом развитии региона в обозримой перспективе. Ориентировочный баланс территорий указанных выше типов в **региональной системе расселения**, исходя из биосферных ограничений, стоящих перед соответствующей БТС, **должен быть** близким к **5:4,5:0,5**, хотя возможны и несколько иные соотношения, что зависит от конкретных природно-экономических условий региона и, прежде всего, от того, в каких широтах – высоких или низких – он расположен. Возможные отклонения следует компенсировать опережающим развитием экологической инфраструктуры.

Рассмотренная выше структура экологического каркаса пространственной организации расселения лишь иллюстрирует сам пространственный принцип экологического подхода к градостроительным структурам высшего порядка. В конкретных условиях неизбежна значительная деформация экологического каркаса на всех его территориальных уровнях, полное отсутствие в ряде случаев буферных зон, несимметричность зон экологического равновесия и планировочной структуры систем расселения разного территориального уровня, наличие и иных, специфичных для того или иного региона зон и т.д.

Приведенное зонирование в конкретных условиях должно осуществляться в соответствии с общей территориальной структурой производства и расселения, экологического каркаса страны – узлами и осями сосредоточения наибольшей экологической активности, экологическим потенциалом природных зон и районов и т.д. Иначе говоря, конфигурация урбоэкологических зон в большой мере задается сложившейся урбоэкологической ситуацией в том или ином регионе и зависит главным образом от природных рубежей и структуры сложившегося расселения.

Вопросы для самопроверки

1. В чем сущность динамического экологического равновесия?
2. В чем особенности уровней экологического равновесия?
3. Какие предъявляются требования к экологически сбалансированной структуре урбанизированных территорий?
4. Какие выделяются урбоэкологические зоны в биоэкономических территориальных системах?

11. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ КОМПЕНСАЦИЯ

11.1 Локальные методы

Далеко не всегда (особенно в границах отдельного города) удается обеспечить требуемое экологически обоснованное соотношение территорий различного функционального назначения. Кроме того, далеко не всегда даже оптимальное соотношение таких территорий может обеспечить требуемый уровень экологического равновесия (концентрация мощных антропогенных нагрузок в небольшом числе точек, особо вредные воздействия и т.д.). В этих случаях (а практически в той или иной мере всегда) на помощь приходят мероприятия по искусственной компенсации потери экологического равновесия (природоохранные мероприятия).

В урбоэкологии различают *локальные* и *территориальные* **методы экологической компенсации.**

Локальные мероприятия по охране окружающей среды (технологические, гигиенические, биологические и др.) – наиболее мощное средство компенсации экологической "несостоятельности" территории посредством проведения стабилизирующих и компенсационных мер. Конечно, действенность таких мероприятий пока еще недостаточно высока, но разумное и своевременное проведение комплекса мер, особенно в сочетании с территориальными (региональными) природоохранными акциями, не требующими, как правило, больших капиталовложений, уже сегодня может обеспечить стабилизацию и значительное замедление хода деградации и гибели природы.

Методы охраны каждого компонента природы по-своему специфичны, но большинство из них основано на "имитации" естественных биологических процессов самоочищения, адаптации и самовосстановления природной среды.

11.1.1 Охрана почвенного покрова и ландшафта

Главные причины нарушения верхних слоев литосферы и почвенного покрова – отчуждение земель под застройку, нарушение территорий горными выработками, эрозия и дефляция почв, загрязнение почв пестицидами и другими ядохимикатами, солями тяжелых металлов, твердыми бытовыми и промышленными отходами, психологическое "загрязнение" ландшафта.

Основной прием сокращения территорий, отводимых под застройку, – это рациональное их использование. В настоящее время в России

удельный вес территорий, не используемых для городских целей (главным образом промышленных площадей), в современных границах городских поселений составляет около 50%. Велика доля в общем балансе городских земель, так называемых неудобных территорий – более 20%. Поэтому необходим переход от прежнего, недостаточно интенсивного типа территориального развития к новому, более интенсивному его типу, при котором предусматривается уплотнение застройки до наиболее высоких нормативов, ускоренное освоение неудобных и бросовых земель, самое жесткое уплотнение промышленной и складской застройки и т.д.

Переход к **интенсификации использования городских земель** совсем не означает механического подхода к решению этой проблемы. В целом планировочная структура городов и систем расселения должна предусматривать наряду с плотнозастроенными массивами необходимые открытые пространства, экологические коридоры, зеленые клинья, соединяющие центральные части городов с лесопарками в пригородной зоне и т.д. Это не означает также уплотнения застройки в жилых районах любой ценой и отказа от широкого применения индивидуальной и высокоплотной малоэтажной жилой застройки.

Восстановление **нарушенных** территорий – единственный способ вернуть к жизни "лунные ландшафты", образовавшиеся в результате открытой добычи полезных ископаемых. Обычно проводят:

- биологическую (лесопосадки, сельскохозяйственное использование восстановленных земель),
- техническую (террасирование склонов, устройство водохранилищ на месте карьеров и т.д.)
- или комбинированную рекультивацию.

Имеется много примеров успешной рекультивации нарушенных территорий. Так, весьма интересен опыт освоения и рекультивации буроугольного бассейна в Рейнско-Вестфальском промышленном районе (ФРГ), ряде горнодобывающих районов США, Чехословакии и других странах.

Борьба против **эрозии и дефляции почв** ведется посредством агротехнических мероприятий (оптимальные режимы пахоты, закрепление почв полезащитными посадками, своевременное удобрение почв органическими веществами, улучшение структуры почв, введение севооборотов и т.д.), однако в городских агломерациях, где подверженность почв эрозии возрастает, неизбежны более капитальные мероприятия по инженерной защите почв, выполняемые в рамках создания единой системы инженерной подготовки района.

Загрязнение почвенного покрова **пестицидами и минеральными удобрениями** может быть уменьшено путем регламентированного применения этих препаратов (выбор менее стойких пестицидов, учет

конкретных геохимических особенностей местности и т.д.). В плотнозаселенных городских агломерациях, системах расселения целесообразно минимально использовать химические препараты и во все более широких масштабах внедрять обогащение сельскохозяйственных угодий питательными веществами за счет использования очищенных сточных вод, а также биологические методы борьбы с вредителями сельского и лесного хозяйства.

Рассеяние солей тяжелых металлов и токсичных веществ химической промышленности, образование антропогенных геохимических аномалий может быть уменьшено решительным совершенствованием технологических процессов в промышленности, заменой двигателей, использующих углеводородное топливо на электро- или водородные двигатели, внедрением эффективных антикоррозийных покрытий, посадками вдоль дорог деревьев, обладающих повышенной аккумулятивной способностью по отношению к свинцу (яблони, груши) и т.д. Весьма перспективны микробиологические методы добычи меди, урана, цинка, мышьяка. Например, в США около 10% меди добывается микробиологическим путем. В будущем, вероятно, широко будет применяться нейтрализация природных геохимических аномалий путем размещения в районе их проявлений тех или иных металлургических или химических производств, выделяющих именно те элементы, которых не хватает в данном ландшафте.

Ремидиация – очистка территории от опасных отходов или сдерживание их распространения в соответствии с применяемыми мерами (например, специально сконструированные для этих целей микроорганизмы).

Ремедиация загрязненных почв. В восстановлении основных физико-химических, биологических свойств загрязненных почв отводится именно ей. В зависимости от применяемых способов, она может быть фито-, биоремедиацией, физико-химической, электрокинетической и имеет особенности в технологии проведения очистки отдельных компонентов загрязнения почв.

Ремедиацию почв *различными солями* проводят в том случае, если *избыточное* содержание *солей* препятствует имеющемуся землепользованию. Единственным способом ремедиации засоленных почв является их промывка водой, когда соли растворяются в воде и вымываются на максимально возможную глубину, откуда они не смогут подниматься с капиллярными водами.

Количество воды, необходимое для ремедиации, зависит от требуемой глубины промывания почвенного профиля. Обычно оно составляет от 1,5 до 2,0 объемов воды, запасаемой в порах почвы. В пределах зоны умеренного климата количество воды для промывки

засоленных придорожных участков может быть в пределах 0,5–1,0 $м^3$ на метр площади.

В случае умеренного засоления ремедиация почв с легким или средним гранулометрическим составом может проводиться путем посадки солевыносливых культур при добавлении до 10% по весу органических удобрений. Добавление органики увеличивает емкость катионного обмена засоленных почв и снижает токсическое действие солей. Такая 10-процентная обработка позволяет адсорбировать до 8000 кг солей на гектар.

Ремедиация щелочных почв с высоким содержанием натрия более трудоемка, чем ремедиация засоленных почв. Химической основой такой ремедиации является вытеснение натрия из почвенного поглощающего комплекса (ППК) ионами кальция. Следовательно, необходимо внесение солей кальция в почву, которые в течение определенного времени будут вытеснять натрий. Затем почва должна промываться водой для удаления вытесненного натрия из почвенного раствора.

Обычно необходимо вытеснить натрий из верхнего 30-сантиметрового слоя почвы. Кальций используется в виде его растворимых солей, например, $CaC1_2$ и $Ca(NO_3)^2$, или гипса ($CaSO_4$ * $2H_2O$). При использовании доломита, $Ca(Mg)CO_3$, необходимо добавление кислоты для увеличения его растворимости и реакционной способности, поскольку обычно щелочные почвы имеют pH > 8,5. Порошковидные или гранулированные Са-содержащие препараты смешиваются с верхним слоем почвы. Время ремедиации составляет 3–5 лет. Внесение жидких препаратов, например, растворимых кальциевых солей, сокращает время ремедиации до 3–6 месяцев. Следует подчеркнуть, что использование хлорида кальция в качестве противогололедного препарата позволяет одновременно проводить ремедиацию щелочных городских почв, загрязненных натрием.

Ремедиация почв с высоким содержанием тяжелых металлов часто наблюдается во многих городских ландшафтах. Вдоль дорог обычно распространено загрязнение свинцом, хотя часто встречаются и геохимические ассоциации, включающие кадмий, хром, ртуть, мышьяк, никель, медь и многие другие металлы и металлоиды. Ремедиация таких загрязненных почв является весьма дорогостоящим приемом, поскольку требуется обработка больших объемов почвы, хотя ремедиация подземных вод еще более дорога. Здесь стоит вспомнить известную парадигму, что предотвращение загрязнения намного дешевле, чем его контроль и ремедиация загрязненных объектов.

Существуют различные технологические приемы ремедиации, от ремедиации на месте до полной смены почвенного покрова.

Электрокинетическая ремедиация связана с пропусканием постоянного электрического тока низкого напряжения (20—40 мА $см^{-2}$) с

разницей потенциала в несколько вольт через почву в течение 5–10–120–150 мин, либо на месте загрязнения, когда электроды вставляются в почву, либо в специально оборудованном реакторе. При этом эффективно удаляются из почвы многие тяжелые металлы, такие, как свинец, цинк, медь, хром, мышьяк, ртуть, никель.

Промывание почвы связано с концентрированием тяжелых металлов в отдельной фракции с последующей ее обработкой. Технология вовлекает разрушение структуры почвы в потоке воды, подаваемой в почву под большим давлением. Часто используется предварительная обработка почвы поверхностно-активными веществами, которые в дальнейшем усиливают мобилизацию металлов в виде комплексов в водной фазе. Одна из таких технологий схематично показана на рисунке 11.1.

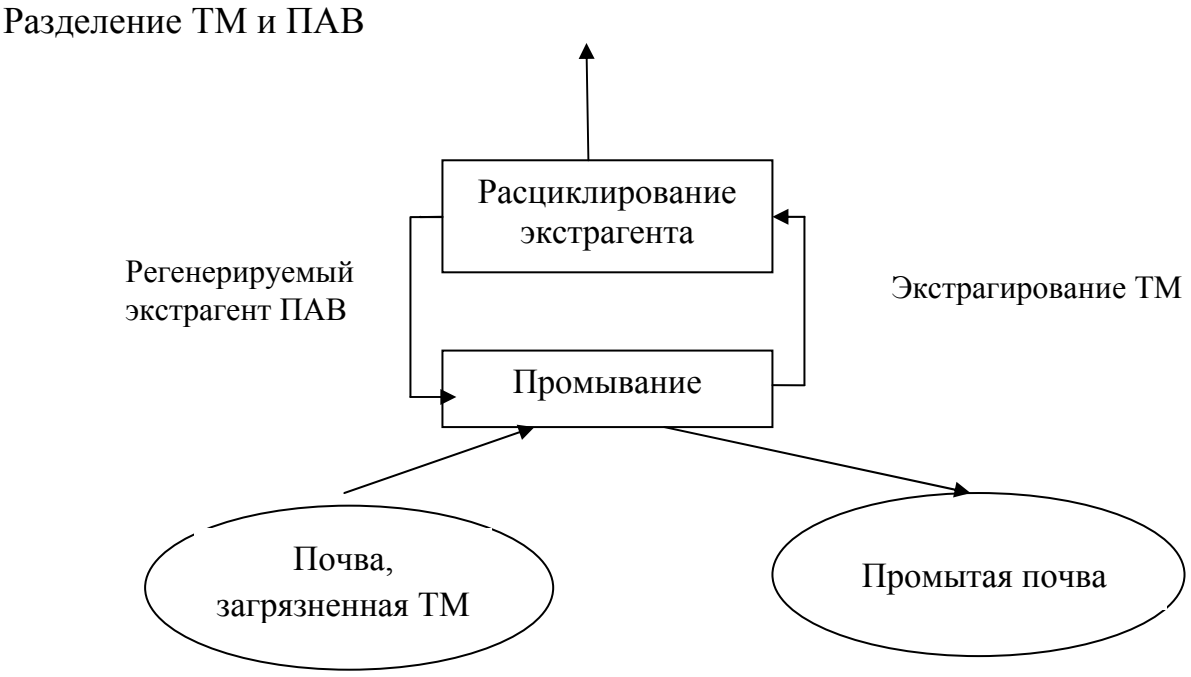


Рис. 11.1. Концептуальная схема промывания почвы для удаления тяжелых металлов (ТМ) с последующей регенерацией ПАВ и удалением металлов из водной фазы

Фиторемедиация представляет собой экологически дружественную биотехнологию для удаления тяжелых металлов из загрязненных почв и сточных вод. В общем плане фиторемедиация определяется как *использование живых растений* для удаления, удержания или трансформации поллютантов. Различают фиторемедиацию, связанную с прямым удалением тяжелых металлов из почвы или воды, и

фитоэкстракцию, связанную с удалением металлов только из водных потоков.

Фиторемедиация протекает в два шага:

– активное поглощение тяжелых металлов корневой системой;

– транслокация ионов тяжелых металлов в надземную растущую биомассу травянистых культур.

Растения, которые могут накапливать высокие концентрации тяжелых металлов, называются гипераккумуляторами, или металлофилами. Например, гипераккумулятор *Thalaspi caerulescens* может накапливать несколько тяжелых металлов, включая Ni, Zn и Cd. В этом растении может накапливаться более 18000 мг цинка и 1000 мг кадмия на килограмм сухой биомассы без ингибирования роста. Другим примером является амарант. В металлофилах поглощаемые тяжелые металлы связываются в комплексы и инактивируются, что предохраняет биохимические и физиологические процессы от ингибирования. С помощью генной инженерии возможно улучшить ростовые процессы гипераккумуляторов или даже внедрить ген, отвечающий за накопление и связывание тяжелых металлов, в различные растения, исходно не обладающие такой способностью.

Разработаны также инженерные системы для фитоэкстракции тяжелых металлов из сточных вод. Растения высаживаются в дальней части бассейна, вдоль которого пропускают сточные воды. Дно бассейна выложено водовмещающим материалом, из которого металлы поглощаются корнями растений гипераккумуляторов и затем транслоцируются в стебли. Периодически эти стебли убираются, высушиваются, а биомасса сжигается с последующей переработкой обогащенной тяжелыми металлами золы.

Применение фиторемедиации имеет, по крайней мере, два преимущества. Во-первых, это экологически дружественный процесс и, во-вторых, удаление металлов из почвы происходит на месте. Фиторемедиация является относительно простым приемом очистки почв и сточных вод, не требующим дорогостоящего оборудования, значительных источников энергии и химических реагентов.

Ремедиация почв, загрязненных стойкими органическими соединениями (СОС), основана на биологических процессах и поэтому называется **биоремедиацией.** Конечной целью биоремедиации является биодеградация (биоразложение) токсичных СОС в нетоксичные продукты, что устраняет необходимость дальнейшей очистки почв. Биологическая деградация основана на продуцировании микроорганизмами ферментов, которые метаболизируют вещества-поллютанты. Некоторые микробы разрушают поллютанты до двуокиси углерода, воды, метана, неорганических солей и/или биомассы, из которой они используют

углерод и энергию для своего роста. Другие организмы только частично разрушают вещество (неполная деградация). Эти промежуточные продукты накапливаются и в дальнейшем могут быть деградированы иными микроорганизмами. Часто, хотя и не всегда, эти промежуточные продукты (метаболиты) менее токсичны, чем исходные вещества. Известное исключение представляет ДДТ, метаболиты биодеградации которого (ДДД и ДДЭ) являются более токсичными, чем сам ДДТ.

Деградация высокохлорированных и высокоустойчивых соединений (хлорорганические пестициды, полихлорированные бифенилы, диоксины) осуществляется в процессах *микробного кометаболизма*. *Кометаболизм* представляет собой *деградацию* вещества *микроорганизмом*, который сам не использует это соединение и продукты его деградации для получения пищи или энергии. Это связано с продуцированием ферментов широкого спектра действия, которые, наряду с метаболизмом необходимых для жизни соединений, разрушают и поллютанты. Скорость разрушения поллютантов при этом очень низкая, и процесс самоочищения зачастую очень длителен и неполон, поскольку микробная популяция не увеличивает свою биомассу или число видов за счет этого источника.

Разработаны два подхода для *селекции микроорганизмов*, способных к *биодеградации* устойчивых органических соединений:

– *оптимизация роста* консорциума микроорганизмов, уже *присутствующих и адаптированных* к данным условиям;

– *выделение природных микроорганизмов*, *способных деградировать определенные вещества*, или их *геноинженерия* с последующим внедрением в загрязненную среду для ремедиации почв.

Многие биотехнологические компании производят суперорганизмы совместно с питательными веществами, такими, как азот и фосфор, для оптимизации их роста в загрязненной почве. Однако в большинстве случаев приживаемость этих природных изолятов, или генетически сконструированных микроорганизмов, очень низкая, поскольку они не могут конкурировать с местными штаммами и погибают. Другие организмы, выделенные в лабораториях, могут использовать в качестве единственного источника углерода (энергии) соединения – поллютанты, например ПАУ или гербицид 2,4-Д. Однако при внесении в почву, где имеются другие, более доступные источники энергии, эти организмы быстро теряют свою способность получать энергию только из поллютантов.

Таким образом, вместо интродуцирования инородных организмов в очищаемую почву более приемлемым является оптимизация роста консорциума организмов, уже существующих в данном месте. Как отмечалось, природные микроорганизмы обладают способностью к биодеградации широкого спектра соединений и задача состоит в

активизации этой способности для деградации конкретного соединения или группы соединений. Микроорганизмы, в основном аэробные и анаэробные бактерии и грибы, играют важную роль в биодеградации СОС и очистке почв от них. Эта биодеградация может происходить в окислительных процессах при аэробных условиях или восстановительных условиях донных отложениях.

Факторы окружающей среды, которые определяют скорость биодеградации, включают такие условия, как температуру, содержание кислорода, доступные питательные вещества, pH, влажность, содержание органического вещества – источника энергии, концентрацию поллютанта и наличие других вредных соединений. Имеющиеся микроорганизмы вполне могут проявлять активность к биодеградации, и необходимо стимулировать проявление этой активности (табл. 11.1.).

Таблица 11.1

Параметры окружающей среды, стимулирующие биодеградацию пентахлорфенола

Параметры	Величина
Температура	Биодеградация начинается при температуре 0-10^{0}C, наиболее активна в мезофильном интервале 15–45^{0}C, и замедляется в термофильном, 40-60^{0}C
Почвенная влага	40-70% полевой влагоемкости почв
Содержание растворенного кислорода	>0,2 мг/л; минимум при содержании воздуха в почвенных порах в размере 10%
Питательные вещества (C:N:P)	100-120:10:1
pH	6-8
Численность бактерий	$1*10^3$ – $1*10^7$ колоний на грамм почвы
Редокс потенциал	400-800 мВ для хорошо аэрируемых почв; -100-100 мВ для промежуточных почв; -300- -100 мВ для восстановительных анаэробных условий

Биоремедиация может проводиться *in situ*, с применением инженерных систем для подачи воздуха и питательных веществ и, если необходимо, для промывания почвы. В альтернативном варианте почва может вывозиться и обрабатываться в закрытых биореакторах в течение холодного периода времени.

Физико-химическая ремедиация. Озонирование полициклических ароматических углеводородов (ПАУ) представляет один из современных высокотехнологичных приемов физико-химической ремедиации почв. Обычно ПАУ устойчивы к *in situ* - ремедиации, включая промывание водой и биоремедиацию. Применение озонирования позволяет очищать

почвы и от этих поллютантов. In situ - озонирование основано на продувании почвы озоном, что способствует разложению ПАУ на безвредные соединения, обычно присутствующие в природных условиях. Во влажных почвах процесс протекает быстрее, чем в сухих, однако переувлажнение почв и наличие свободной воды замедляет процесс очищения, поскольку озон растворяется в воде и теряет свою окислительную активность.

Промывание почвы с поверхностно-активными веществами также является эффективной технологией для почв, загрязненных ПАУ. Удаление отдельных ПАУ, например фенантрена, достигает 90% при норме промывки 25 поровых объемов воды. Токсикологические тесты с земляным червем *Eigenia foetida* показали, что уже после 15 промывок почва была относительно безвредной (Bashkin, 2003).

Наиболее устойчивыми соединениями в почвах являются ПХБ, и применение описанных выше технологий ремедиации не позволяет получить желаемый эффект.

В этих случаях рекомендуются следующие технологии:

- **термическая десорбция** основана на улетучивании поллютантов из почвы при ее нагревании в различного рода сушильных печах при температуре 200–500°C. Отходящие газы должны также подвергаться очистке. Этот метод также может использоваться для почв, загрязненных нефтепродуктами и хлорорганическими пестицидами;
- **сжигание почвы** представляет собой другой способ очистки загрязненных почв от наиболее стойких и опасных поллютантов, таких, как диоксины и фураны. Этот метод чрезвычайно дорогой и приводит к полному разрушению органического вещества почв, но позволяет полностью избавиться от загрязняющих веществ. В этом случае почва должна подвергаться замене или коренному реконструированию.

Утилизация мусора в крупных городах и агломерациях затрудняется не только огромными объемами, но и неоднородностью состава. При этом в разных местностях, в разных природно-климатических зонах состав мусора может резко различаться. Так, например, содержание органических остатков (в среднем) в мусоре городов Великобритании составляет 15%, Нидерландов – 29%, Швейцарии – 50%, США – 68% и т.д. Помимо органических остатков в городском мусоре содержатся в различных пропорциях металлы, стекло, пластмассы, резина и т.д. Наиболее трудоемким является сбор и сортировка мусора.

Актуальность и сложность "мусорной" проблемы в городских агломерациях предопределили создание специальной системы ликвидации мусора, включающей комплекс операций по его сбору, накоплению,

перевозке, сортировке, утилизации и уничтожению. Наиболее широко применяется хранение мусора на свалках и полигонах, его компостирование, сжигание и пиролиз.

Свалки имеют много недостатков: они занимают большие территории, далеко не безупречны в санитарном отношении, уродуют ландшафт. В плотнозаселенных районах, а тем более в крупных городских агломерациях, свалки недопустимы и их место должны занять полигоны компостирования, сожжение и пиролиз мусора.

Компостирование является биотермическим способом обезвреживания отходов в естественных условиях под воздействием термофильных микроорганизмов, окисляющих органическое вещество, выделяя при этом значительное тепло (температура саморазогревающейся массы 60–70°С). Из 30 т компоста, вывезенного на 1 га сельскохозяйственных угодий, можно получить до 0,5 т азота, фосфора и калия, а также 1 т извести. Компостирование особенно эффективно в районах, где содержание органических веществ в мусоре значительно и имеется потребность в удобрениях

Сжигание мусора на специальных заводах получило распространение в последние десятилетия. Более 40% городов мира с населением свыше 1 млн чел. имеют такие заводы (только в США имеется более 300 мусоросжигающих заводов, обслуживающих 250 городов). Достоинством сжигания мусора является индустриальность процесса и возможность использовать мусор как энергетическое сырье. В среднем из 1 т твердых отбросов можно получить 1000 кг пара и 150 кВтч. электроэнергии. Недостаток этого метода – в большом количестве тепла и шлака, а также значительном загрязнении атмосферного воздуха.

Наиболее эффективен **пиролиз** твердых бытовых отходов, являющийся одним из важнейших технологических циклов на мусороперерабатывающих заводах. Пиролиз включает в себя дробление и высушивание мусора, удаление всех неорганических фракций, нагревание остальной массы до 485 С без доступа воздуха. Из 1 т органической массы добывается 160 л искусственной низкосернистой нефти, 70 кг угля, горючие газы. Такие заводы весьма дороги и эффективны при ежегодном поступлении не менее 400–500 тыс. т отходов, т.е. в очень крупных городах и городских агломерациях.

Утилизация **твердых отходов промышленности** идет по двум основным направлениям:

– включение их в технологический цикл (т.н. малоотходное производство);

– использование отходов как сырья в других отраслях, например, в промышленности стройматериалов.

Широко используются шлаки черной металлургии (в сельском хозяйстве как суперфосфатное удобрение, строительные и дорожные материалы и, что самое главное, в качестве одного из компонентов шихты, т.е. введение их непосредственно в металлургический цикл). Поскольку технология утилизации отходов многих производств непосредственно на месте еще не разработана (цветная металлургия, многие отрасли химической промышленности и т.д.), промышленные отходы должны передаваться в другие отрасли и служить для них вторичным сырьем, главным образом в промышленность стройматериалов, которая, поглощая значительное количество отходов, не только обеспечивает прибыль, но и оказывает на окружающую среду положительное экологическое воздействие.

Охрана ландшафта от **психологического "загрязнения"** возможна лишь посредством кропотливой работы на местах, путем повышения ответственности лиц, принимающих решения за эстетический облик ландшафта, повышения общей и экологической культуры населения. Особенно актуальной, как уже говорилось, эта проблема представляется в плотнозаселенных районах.

Урбанизированный ландшафт крупной агломерации или системы расселения формируется под влиянием сложных экономических, социальных и планировочных условий. Он представляет собой совокупность различных культурных ландшафтов (от городского и субгородского до сельского и лесного), характеризующихся весьма сильной стертостью внешних отличительных признаков и быстрым переходом одного вида ландшафта в другой. Все эти ландшафты в той или иной мере несут на себе отпечаток урбанизации. Так, например, для сельского урбанизированного ландшафта характерно наличие мощных транспортных сооружений, линий электропередач и других инженерных коммуникаций; панорамы, характерные для сельской местности, нередко замыкаются крупными промышленными объектами жилыми многоэтажными зданиями и другими крупными строениями. Лесной пригородный ландшафт также сильно отличается от природного своим парковым обликом и вкраплением значительных "окультуренных" территорий. Рост городских агломераций, все большее распространение городского образа жизни на периферийные территории, опережающая интенсификация пригородного сельского хозяйства, придающая ему черты промышленного производства, стремительная автомобилизация – все это в значительной степени изменяет пригородные природные и культурные ландшафты. При этом ландшафт, как правило, теряет те качества, которые необходимы для экологически полноценной жизни. Однако при правильном планомерном и упорядоченном формировании урбанизированного ландшафта влияние на него крупных культурных и

хозяйственных центров может быть использовано для существенного обогащения, благоустройства и оздоровления урбанизированных и пригородных территорий.

11.1.2 Охрана поверхностных и подземных вод

Строительство гидротехнических сооружений на Рейне, Волге, Дунае и других реках сопровождалось катастрофическими экологическими последствиями, поскольку нарушение гидравлического режима рек изменяет степень аэрации и снабжения кислородом воды в них, замедляет биологические и биохимические процессы в водной среде, способность ее к естественному самоочищению. Прямые забетонированные каналы, расчленяющие пойму и являющиеся чужеродным телом в окружающем ландшафте, не должны заменять собой меандрирующих речек и ручьев. Необходимо внедрять в практику гидростроительства инженерно-биологические методы – регулирование стока рек проводить с учетом естественных гидрологических, экологических и геоботанических свойств реки и поймы, сохраняя большие меандры, создавая придонные пороги для предотвращения нежелательной глубинной эрозии, охраняя и приумножая растительность по берегам рек. Все это способствует повышению биохимической активности рек и, следовательно, является непременным условием борьбы за чистую воду. При этом важно отметить, что проведение различных гидротехнических работ (спрямление русел, строительство набережных, плотин, шлюзов и т.п.) особенно характерно для урбанизированных территорий, городских и пригородных местностей, ландшафт которых более всего изменен человеком.

Решение проблемы *нейтрализации* антропогенного *загрязнения гидросферы* идет в различных направлениях – максимального сокращения сброса загрязненных стоков в водоемы и их эффективной очистки. При этом известно большое число различных комбинаций этих методов в зависимости от конкретных условий.

Совершенствование систем промышленного водоснабжения позволяет значительно снизить удельные нормы водопотребления и сократить сброс в водоемы сточных вод. В России достигнуты известные успехи в этом отношении в нефтеперерабатывающей промышленности и цветной металлургии. Так, на нефтеперерабатывающем заводе в г. Кириши на 1 т перерабатываемой нефти расходуется в 10–12 раз меньше воды, чем на заводах, работающих по старой технологии. Новые проекты нефтеперерабатывающих заводов предусматривают сокращение потребителей воды еще на порядок. Широко применяется оборотное водоснабжение в целлюлозно-бумажной промышленности. В Швеции,

например, большая часть целлюлозно-бумажных предприятий работает по принципиально новой технологии, позволяющей при увеличении производства целлюлозы в 2 раза уменьшить расход воды в 3 раза, а потери целлюлозы в 7 раз.

При очистке сточных вод широко используют способность вод к самоочищению, и многие водоочистные системы работают в комбинации с последующим разбавлением очищенных стоков. В США, например, эта система принята и на перспективу. При этом ожидается, что сточные воды будут очищаться не менее, чем на 80%. Оставшиеся загрязнения будут нейтрализованы путем их разбавления чистой водой, для чего создается большое число специальных водохранилищ.

В настоящее время существует много способов очистки сточных вод, которые образуют три большие группы:

– механической,

– биологической,

– физико-химической очистки.

При этом в идеальных случаях все методы чаще всего дополняют друг друга, а очищенные сточные воды идут на вторичное использование (на орошение сельскохозяйственных культур, подпитку подземных вод и т.д.).

Механическая очистка стоков служит для удаления из них твердых и взвешенных частиц и обеспечивает нормальные условия для последующей ступени очистки – биологической. Удаление частиц осуществляется путем отстаивания или фильтрации стоков. Механическая очистка сточных вод, будучи наиболее элементарной, сравнительно дешева, но не может обеспечить надежной очистки сложных многокомпонентных стоков современных городских агломераций и крупных городов.

Существо **биологической очистки** состоит в искусственном воспроизводстве естественных условий для значительно более быстрого, чем в природе, разложения химических соединений до элементарных форм, пригодных для ввода в биологический кругооборот. При этом используют свойство почвы как более сильного окислителя и биологически активного элемента, чем вода, и устраивают земледельческие поля орошения или поля фильтрации, которые дают возможность получать дополнительно сельскохозяйственную продукцию благодаря внесению со сточными водами удобрений в виде органических соединений, а также соединений азота и фосфора. Необходимость еще более активизировать процесс очистки привела к созданию аэротенков и биофильтров, в которых специальные культуры микроорганизмов (активный ил) при усиленной отдаче кислорода "справляются" с загрязнениями в 2–3 раза быстрее. Аэротенки и биофильтры занимают в

100–150 раз меньше места и значительно более производительны, чем земледельческие поля орошения и поля фильтрации. Биологическая (или биохимическая) очистка стоков и в перспективе останется наиболее массовым видом обезвреживания сточных вод, особенно в крупных городах и городских агломерациях, где доля хозяйственно-бытовых стоков весьма велика. Основным недостатком биологической очистки является ее малая пригодность для обезвреживания многих промышленных стоков (в частности, стоков анилино-красочной промышленности, стоков, содержащих соли тяжелых металлов и др.), а также стоков с биогенными веществами – фосфатами и нитратами. Поэтому в последние годы все большее внимание уделяется созданию и внедрению эффективных **физико-химических методов очистки** (дистилляция, вымораживание, обратный осмос и др.).

Стоимость очистки сточных вод многократно возрастает по мере повышения степени очистки и при переходе от биологического к физико-химическим методам очистки.

В настоящее время наиболее прогрессивной, особенно в крупных городах и городских агломерациях, считается **локальная физико-химическая очистка** промышленных стоков, совместная их биохимическая очистка с хозяйственно-бытовыми стоками и повторное использование очищенных сточных вод для различных нужд. Процесс физико-химической очистки сточных вод требует электроэнергии, воздуха, реагентов, активированных углей, смол. В этих условиях малые очистные сооружения неэффективны и поэтому во многих странах строятся крупные очистные станции регионального типа.

Важным направлением совершенствования водного хозяйства в промышленности является использование в качестве одного из источников технической воды городских коммунально-бытовых сточных вод. Этим решаются сразу две задачи: сокращается водозабор для нужд промышленности и снижаются объемы водоотведения коммунального хозяйства в естественные водоемы и водотоки.

В России эксплуатируются системы промышленного водоснабжения с использованием городских сточных вод в Москве, Челябинске, Липецке, других городах. Эти воды используют для подпитки охлаждающих систем оборотного водоснабжения, в некоторых технологических процессах. В настоящее время разрабатываются проекты перевода на эту систему нескольких нефтеперерабатывающих, нефтехимических, азотнотуковых и других заводов.

Охрана подземных вод может осуществляться пассивными и активными мерами. К *пассивным* относятся наиболее важные профилактические мероприятия: размещение городских свалок и других опасных в санитарном отношении объектов в районах с соответствующей

гидрогеологической и геологической ситуацией, контроль за использованием химических удобрений, эксплуатацией свалок и т.д. К *активным* мероприятиям, прежде всего, следует отнести сооружения защитных устройств – канав для сбора сточных вод вдоль границ зоны охраны подземных водоисточников, бетонных или глиняных замков на путях распространения сильно загрязненных стоков и т.п.

Перспективные методы охраны водоемов. Кроме основных методов очистки сточных вод, нашедших широкое применение в современной практике, в экспериментальном порядке ведутся работы по внедрению принципиально новых приемов охраны водных ресурсов. Так, открыты культуры микроорганизмов, уничтожающих углеводородные загрязнения. Освоение этого *микробиологического метода* очистки воды внушает известный оптимизм в отношении загрязнения вод рек и морей нефтепродуктами. В ряде мест практикуется продувка особенно загрязненных участков рек кислородом, что значительно снижает биологическую потребность в кислороде (БПК). Разработаны теоретические схемы управления водными ресурсами, основанные на комплексе взаимодействующих мероприятий – нагрева нижних слоев воды для лучшего перемешивания, устройства очистных станций, гидротехнических сооружений и т.д. Оптимальная комбинация всех этих технических приемов может совершенствоваться и варьироваться в соответствии с сезоном, погодами, гидрологическим регионом и т.д.

Если говорить о более отдаленном времени, то будущее, конечно, не за очистными сооружениями, по крайней мере, в сфере производства. И дело не только в том, что строительство очистных сооружений чрезвычайно дорого (до 20–30% от стоимости промышленного комплекса в целом). Главный недостаток любой системы очистки в том, что она непроизводительна, она ничего не производит, а лишь возвращает природе то, что было у нее взято. Иное дело системы реутилизации, оборотное водоснабжение, безотходная технология, переходу к которой способствует совершенствование технологических циклов. Например, если на Ново-Ярославском нефтеперерабатывающем заводе (проект 1957 г.) для переработки 1 т нефти расход воды составлял 8 $м^3$, то при проектировании Ачинского комбината с более совершенной технологией расходы воды на единицу продукции удалось сократить до 0,12 $м^3$.

Главным в перестройке технологических процессов на малоотходный режим является максимальное сокращение водопотребления и сброса промышленных стоков или содержащихся в них загрязнений в водоем. Методы удаления из стоков примесей могут быть весьма различны:

– термический (выпаривание) – применяется в нефтехимической и химической промышленности;

– огневого обезвреживания (в химической промышленности), при котором сточные воды в распыленном состоянии вводятся в горелки, в результате чего происходит испарение минеральных веществ, некоторые другие.

Все эти методы требуют очень больших затрат энергии и наилучшим образом могут быть реализованы на базе вторичных энергетических ресурсов, которыми располагают черная металлургия, энергетика и другие отрасли.

11.1.3 Охрана воздушного бассейна

Борьба за чистоту воздуха ведется многими методами, которые условно можно разделить на пассивные и активные. К пассивным методам относятся те, которые обеспечивают относительную чистоту воздушного бассейна в данной местности (например, в местах концентрации людей), но не исключают выброс вредных веществ в атмосферу в целом. Это, главным образом, учет при размещении источников загрязнения, особенностей местности, устройство санитарно-защитных зон, сооружение высоких труб и т.д. Активные методы охраны атмосферного воздуха, напротив, направлены на то, чтобы вообще не допускать выброс в атмосферу загрязняющих веществ или существенно уменьшить их концентрацию в производственных выбросах. К таким методам можно отнести предварительную очистку топлива от примесей серы и других токсичных веществ, так называемое "облагораживание" топлива, очистку производственных выбросов от пыли, аэрозолей и вредных газов, совершенствование технологических циклов, переход к безотходным производствам и т.п. Вследствие несовершенства или недостатков тех или иных методов обычно идут на их комбинацию.

Правильное размещение промышленности в городах и городских агломерациях, учитывающее конкретные метеорологические и другие условия, обеспечивает меньшее загрязнение воздуха над местами расселения людей, хотя, конечно, никоим образом не может гарантировать чистоту воздушного бассейна в целом. Главная задача в этом отношении состоит в том, чтобы в районах с высоким метеорологическим потенциалом загрязнения не размещать промышленные предприятия высокого класса санитарной вредности.

Санитарно-защитные зоны, устраиваемые между промышленными предприятиями и жилыми районами, могут иметь ширину от 50 до 1000 м, а в отдельных случаях 6–8 км и более. Этот прием применяется весьма широко и в определенной степени обеспечивает защиту населения от вредных выбросов. Вместе с тем это пассивный и, безусловно, временный

прием, никоим образом не защищающий биосферу в целом от производственных вредностей. К тому же устройство санитарно-защитных зон в целом неэкономично, так как связано с прокладкой транспортных коммуникаций и инженерных сетей по пустой, по существу, территории, с почти полным изъятием из хозяйственной деятельности значительных пространств.

Достаточно широко также практикуется **сооружение высоких труб**, в основном на предприятиях теплоэнергетики. Высокие и мощные дымовые трубы не только обеспечивают более далекий выброс пыли и газов (и соответственно большее их рассеивание в атмосфере), но и позволяют уменьшить число более низких труб, что экономически выгодно. Переход от труб высотой 25 м к высоте 250 м приравнивается некоторыми авторами к очистке дымовых газов на 99%. Однако натурные исследования показывают, что к сооружению высотных труб в плотнонаселенных районах, городских агломерациях надо подходить осторожно, а в ряде случаев и вообще его избегать, так как максимальная концентрация вредных выбросов, нередко превышающая 5–10 ПДК, наблюдается и за 6–8 км от источника выбросов, поскольку подобные трубы сооружают на очень мощных энергетических предприятиях с ежесуточным выбросом до 200 т пыли, 600–700 т сернистого газа и 100–200 т окислов азота. Очаги сплошного поражения растительности вокруг источников выбросов такой силы наблюдались в радиусе до 8 км.

Весьма перспективна **предварительная очистка топлива** от серы, являющейся причиной образования сернистого газа, трудно поддающегося улавливанию. После пульверизации (измельчения) угля с высоким содержанием в нем серы физическими методами можно удалить из топлива значительную ее часть. Поддается очистке от серы и жидкое топливо. Стоимость "облагораживания" топлива вполне конкурентоспособна со стоимостью устройства современных фильтров и скрубберов и в среднем может составить 5–12% от расходов на основное производство.

Большое развитие в настоящее время получили методы **очистки** производственных **выбросов** от пыли и ряда других вредных примесей с применением мощных электрофильтров и скрубберов мокрой очистки газов, позволяющих достигнуть 95–99% очистки выбросов от пыли. В химической промышленности и цветной металлургии используются рукавные фильтры, обеспечивающие удаление тонкодисперсной пыли и аэрозолей. Стоимость газоочистных сооружений весьма высока. Так, например, на современном сталелитейном заводе с технологией кислородного дутья она составляет 5–8% от общей стоимости производства.

К настоящему времени разработано более 200 методов мокрой очистки дымовых газов от диоксида серы (в основном известковые методы). Методы сухой очистки получили наибольшее распространение в Японии. Для улавливания летучей золы применяются электрофильтры, "мокрые" аппараты с трубами Вентури и реже – "сухие" инерционные аппараты.

Метод **электроочистки** дымовых **газов от золы** считается наиболее перспективным. Электрофильтрами оснащаются все мощные электроблоки. Эффективность улавливания золы достигает здесь 99,5%.

Известны достаточно эффективные методы улавливания окислов азота и соединений серы, основанные на разложении окислов азота в тракте дымовых газов с использованием аммиака (окислы азота восстанавливаются при этом до нейтрального азота и водяных паров). Достаточно эффективны также процессы, позволяющие очищать дымовые газы одновременно от окислов азота и серы в одних и тех же аппаратах. К таким процессам можно отнести реализованный на Молдавской ГРЭС озонный метод, сущность которого заключается в том, что содержащиеся в дымовых газах малореактивные соединения (окислы азота, диоксид серы) доокисляются озоном до высших соединений, которые легко растворяются в воде, образуя соответственно азотную и серную кислоты. Уловленные кислоты нейтрализуются аммиаком, при этом образовавшиеся сульфат и нитрат аммония могут использоваться как сельскохозяйственные удобрения.

В России и за рубежом, как об этом было сказано выше, разработаны методы по способу связывания диоксида серы, в том числе аммиачный, известковый, магнезитовый, содовый и др. Однако скрубберы обладают рядом недостатков - они дороги, не вполне надежны, производят большое количество отходов, которые трудно использовать. Весьма перспективны новые тканевые фильтры из термостойких материалов, а также метод высокотемпературной очистки газов.

Все вышеперечисленные приемы, осуществляемые в тех или иных комбинациях, способны значительно уменьшить вредные выбросы в атмосферу, но окончательное решение этой проблемы возможно лишь при переводе промышленности на замкнутые технологические циклы, при переходе к малоотходной технологии. Такие методы особое значение имеют в отраслях промышленности, потребляющих особенно большое количество сырья и характеризующихся токсичными, слабо поддающимися улавливанию выбросами, – химии, черной и цветной металлургии, нефтеперерабатывающей промышленности и т.п. Сернистый газ, например, может быть превращен в серную кислоту. На некоторых предприятиях налажено производство этого ценного продукта из отходящих газов. В частности, подсчитано, что, если бы улавливалась вся

двуокись серы, поступающая в атмосферный воздух в городах США, то можно было бы получать ежегодно около 23 млн т серной кислоты, т.е. почти полностью удовлетворять потребность страны в этом продукте.

Важная проблема – **утилизация тяжелых металлов**, содержащихся в некоторых производственных выбросах ртути, свинца и др. Переход на новую технологию открывает широкие перспективы значительно "экологизировать" производство. Так, бескоксовый метод получения железа непосредственным восстановлением концентратов железной руды водородом в черной металлургии делает излишними доменное производство, производство агломерата и кокса и позволяет почти полностью исключить вредные выбросы в воздушный бассейн. Этот способ производства стали позволяет не только резко снизить выбросы пыли, диоксида серы, но и возвратить в технологический цикл используемые газы. Именно на основе такой технологии сооружается один из крупнейших в Европе электрометаллургических комбинатов в г. Старый Оскол. С точки зрения современной науки и техники замкнутые процессы вполне осуществимы в любой отрасли промышленности, но, помимо условий рентабельности таких производств, для их реализации потребуется колоссальное количество энергии (что опять же приводит к дополнительному загрязнению воздушного бассейна от теплоэлектростанций). Поэтому повсеместное осуществление таких циклов станет возможным, вероятно, лишь в том случае, если станет возможным практическое использование термоядерной энергии. Важнейшая проблема современных городов – растущий парк автомобилей и загрязнение воздушного бассейна выхлопными газами двигателей. Здесь работы ведутся также в различных направлениях (уменьшение мощности двигателей, изменение режимов их работы, поиски надежных конструкций наиболее "биологичных" автомобилей на водородном горючем и т.д.). Пожалуй, наиболее реально решение этого вопроса на базе создания экономичного электромобиля, хотя и эта проблема не представляется однозначной. Высказываются опасения относительно далеко небезопасной ситуации с точки зрения возникновения массированных электромагнитных полей в результате одновременной работы миллионов электрических моторов. Кроме того, трудно сказать, насколько "чистым" будет производство энергии для "заправки" электромобилей. Не случится ли так, что загрязнение воздушного бассейна в этом случае будет не меньшим, а большим, чем при эксплуатации усовершенствованного, достаточно экономичного автомобиля? Поэтому наряду с поисками экономичных аккумуляторов, энергоносителей и двигателей для них наиболее важно обеспечить эффективную с экологической точки зрения работу огромного парка автомобилей в их традиционном исполнении.

Наибольший выброс продуктов неполного сгорания топлива наблюдается при задержках автомобилей у светофоров, стоянке с не выключенным двигателем при ожидании зеленого света, а также в начале движения и при форсированной работе мотора, поэтому большое значение для охраны воздушной среды имеют меры, способствующие устранению препятствий на пути движения автомашин. После строительства подземного тоннеля на площади Маяковского в Москве, например, содержание окиси углерода в воздухе снизилось в 6–10 раз. Электронный регулировщик движения московского автотранспорта "Старт" позволяет сократить задержки транспорта у светофоров на 25%, на 8–12% сэкономить горючее, уменьшить число дорожных происшествий. Эта система позволяет из единого центра определить скорость движения транспорта на основных магистралях, регулировать режимы работы светофоров, оперативно давать картину дорожной обстановки. Система "Зеленая волна" может обеспечивать снижение загазованности воздуха на магистралях до 17% по окислам азота и на 12% по окиси углерода, на 25% снижая затраты времени на остановки у светофоров.

Отработавшие газы автомобилей обезвреживаются с помощью специальных устройств в системе выпуска двигателя автомобиля. В США получили широкое распространение каталитические двигатели, которые установлены на 18 млн автомобилей.

В России разработано устройство "Каскад", значительно снижающее содержание токсичных веществ в выхлопных газах (устройство имеет вес всего 150 г, обеспечивает снижение расхода топлива до 7% и уменьшает выброс окиси углерода на 20–40%).

Для защиты воздушного бассейна от *загрязнения выбросами автотранспорт*а большое значение имеют градостроительные мероприятия, направленные на снижение концентраций отработавших газов в местах скопления людей (устройство транспортных развязок в разных уровнях, дублеров магистралей, объездных дорог, использование подземного пространства для размещения гаражей и автостоянок, свободная застройка жилых кварталов с размещением на магистрали экранирующих зданий торгового и коммунально-бытового назначения, включение в поперечный профиль улиц многорядных плотных полос зеленых насаждений и др.).

Воздействие на окружающую *среду авиационного транспорта* достигается путем уменьшения общего расхода топлива при эксплуатации самолетов (уменьшение пробега самолетов на аэродромах под собственной тягой, доставка пассажиров на посадку автобусами или конвейерами и т.д.). Идут также поиски новых конструктивных схем самолетов с лучшими аэродинамическими качествами, более экономичных типов двигателей и наиболее "чистых" энергоносителей. Несмотря на очевидные

недостатки водорода как транспортного топлива (малая плотность, низкая температура кипения), он признан наиболее перспективным. Использование же на летательных аппаратах электродвигателей может быть эффективным лишь при условии, если будут найдены легкие и энергоемкие аккумуляторы и топливные элементы.

Таким образом, предпринимаемые меры по очистке воздушного бассейна способствуют значительному уменьшению загрязнения воздуха в городах, агломерациях и других урбанистических образованиях. Однако эти загрязнения еще долгое время будут значительными вследствие роста промышленных производств и ускоренного развития энергетики, несовершенства технологических процессов и очистки выбросов. Кроме того, ожидаемый в перспективе рост энергопотребления и продолжающаяся тенденция строить дома повышенной этажности приведут не к уменьшению, а к увеличению "островов тепла" в городах, агломерациях и системах расселения. Поэтому планировочные и градостроительные приемы, способствующие охране воздушного бассейна, никогда не потеряют своей актуальности.

11.1.4 Охрана растительности и животного мира

Политика в отношении зеленых насаждений в районах интенсивного расселения должна определяться конкретными требованиями к количественной и качественной характеристике лесопосадок. К количественной характеристике относится лесистость территории, зависящая от конкретных условий. В городских агломерациях, системах населенных мест лесистость (*доля озелененных пространств* на территории), как правило, *не должна* быть *ниже 25-30%.* К качественной характеристике зеленых насаждений прежде всего следует отнести конфигурацию системы насаждений в плане, их состав и структуру.

Примерно 85–90% всех природных и культурных ценностей локализуется внутри естественных коридоров, которые проходят вдоль водных путей и водоразделов между ними. Проблема состоит в том, что в этих коридорах проходят и основные хозяйственные оси, сосредоточен почти весь потенциал экономической и социальной жизни, в том числе размещаются и населенные пункты. Поэтому взаимодействие природной и антропогенной составляющих в этих узловых пунктах особенно интенсивна. Следовательно, и пространственные формы такого взаимодействия должны быть не экстенсивными, а интенсивными, то есть природная среда должна быть максимально разнообразной, что поможет значительно повысить ее гибкость и устойчивость.

В пределах территорий культурного ландшафта его мозаичность должна быть максимальной. Дробное чередование залесенных и открытых пространств, неодинаково нагреваемых солнцем, летом способствует развитию выходящих потоков воздуха, что приводит в зоне избыточного увлажнения к замене обложных дождей кратковременными ливнями, уменьшению облачности и удлинению солнечного сияния.

В зоне недостаточного увлажнения чередование полей, перелесков или лесных полос способствует увеличению местных осадков. Мозаика из лесов, полян и вырубок, зарастающих молодым лесом разного возраста, в наибольшей степени способствует размножению зверей и птиц, поскольку обеспечивает им корм в разные времена года и в любую погоду. Большое внимание при этом следует уделять не только сравнительно крупным участкам открытых зеленых пространств, но и рядовым посадкам вдоль дорог, коммуникационных коридоров и т.д. Хорошим примером таких "малых форм" в природе являются живые изгороди в Великобритании – сложная смесь деревьев и кустарников, зеленых растений, где обитают мелкие млекопитающие, певчие птицы и большое число беспозвоночных.

Животные могут жить на урбанизированных территориях, в пригородных зонах, даже в городах. Все зависит от человека. При этом речь идет, конечно, не только о необходимости проведения специальных биотехнических мероприятий, но и об изменении образа мышления в общественной и частной жизни. Животные будут доверчивы к человеку, если и со стороны человека не будет агрессивных действий, не говоря уже об актах вандализма. При этом совсем необязательно заселять города всевозможными видами животных и превращать их в зоопарк. Целесообразно регулировать зооценозы урбанизированных территорий в направлении увеличения разнообразия животного мира от центра к периферии. В городах необходимо поддерживать максимальное разнообразие птиц (в Москве, например, обитает более 170 их видов), культивировать ценные в эстетическом отношении виды (крупных водоплавающих птиц, белок и т.д.), в пригородных зонах необходимо полностью запретить любительскую охоту, стремиться к разнообразию видового состава зооценозов, в том числе и некоторых хищников, которые в ряде случаев могут явиться объектом охраны. Несмотря на то, что индивидуальная стойкость хищников во много раз выше, чем, например, грызунов, сопротивляемость их популяций внешним воздействиям неизмеримо меньше. Поэтому, по выражению С.С. Шварца, – "популяцию полевок невозможно истребить, популяцию тигра нужно охранять".

Большую роль в процессе становления биоценозов урбанизированных территорий играет естественная способность к регуляции и очередности "освоения" новых мест обитания. Вот, например, как выглядят механизмы освоения урбанизированной среды птицами. В

крупных городах существует большое многообразие биотопов, пригодных для обитания различных видов птиц. Первой в районах новостроек появляется каменка, но, как только дома сдаются в эксплуатацию и строительные площадки очищаются от мусора, каменка переходит гнездиться на другие строительные площадки. На смену приходят коноплянки, способные гнездиться на маленьких деревьях, в кустарниках и т.д. Через 10–12 лет в подросших насаждениях появляются и лесные виды птиц.

Большое значение в комплексе мер по охране животного мира, наряду с конкретными биотехническими мероприятиями (устройство искусственных гнездовий и мест обитания животных, подкормка их зимой и т.д.), экологическим воспитанием населения, приобретают планировочные мероприятия и в первую очередь конкретная разработка принципов мозаичности ландшафта и их осуществление.

11.1.5 Защита окружающей среды от воздействия физических факторов

Наиболее эффективным **методом борьбы с шумом** в городах и в пределах пригородных территорий является комплексный подход к решению этой проблемы, предусматривающий увеличение расстояний от источника шума, заглубление наиболее мощных источников шума, создание соответствующих барьеров, повышение звуконепроницаемости зданий и т.д.

Борьба с шумом от транспортных источников в городах ведется как по линии общих градостроительных мероприятий, предусматриваемых в архитектурно-планировочной документации, так и посредством разработки специальных шумозащитных устройств (выемок, экранов, защитных зеленых полос и т.д.). В условиях сложившейся застройки используют и различные административные меры: перераспределение движения транспортных потоков по улицам, ограничение движения в разное время суток, регулирование эксплуатируемого парка транспортных средств и т.д. Для защиты от шума внешнего транспорта сооружают обходные железнодорожные линии для пропуска транзитных поездов, размещают сортировочные станции за пределами города. Скоростные автомобильные дороги и дороги с преимущественным грузовым движением не должны пересекать селитебную территорию или же должны в ее пределах прокладываться в тоннелях и выемках.

Снижение уровня *зашумленности*, вызванной *работой промышленных предприятий,* может быть достигнуто проведением комплекса мероприятий *технологического, строительно-акустического* и

архитектурно-планировочного характера. В их основе лежит изоляция, поглощение и отражение звука, удаление жилой застройки от источников шума, экранирование.

Мероприятия по защите *от электромагнитных излучений* в основном сводятся к устройству *специальных зон*, отделяющих источник излучений от жизненно важных объектов, и *экранированию*, то есть устройству преград на пути распространения электромагнитных волн

Весьма важным представляется устройство инженерно-коммуникационных коридоров, в которых целесообразно сконцентрировать наиболее мощные инженерные сети, и в первую очередь линий электропередачи (с соблюдением необходимых защитных мероприятий и разрывов и т.д.). К сожалению, подобные коридоры создаются весьма редко, хотя экономическая и экологическая их эффективность бесспорна.

В зонах размещения радиостанций и телецентров малой мощности напряженность электромагнитного поля составляет, как правило, 60–0,1 в/м, что практически не опасно для населения. При размещении более мощных станций (а тенденция к возрастанию их мощности очевидна) границы коротковолновых передающих радиоцентров должны быть удалены от границ застройки в городах с населением более 100 тыс. жителей не менее, чем на 2 км (при мощности передатчика 0,1–5 кВт), 7 км (при мощности 5–25 кВт) и 15 км (120 кВт и более). А это уже создает достаточно сложные проблемы в планировочной организации города и в системе расселения в целом.

Помимо планировочных (пассивных) методов защиты применяются и *активные* методы, суть которых состоит в том, чтобы посредством применения электронных или механических приспособлений уменьшить облучение тех или иных участков территории и находящихся на ней людей (изменение конструкции антенных устройств, снижение мощности излучения). Снижение мощности излучения сопровождается сокращением радиуса обслуживаемой территории, что снижает эффективность действия станции. Поэтому в ряде случаев увеличивают высоту подвеса антенных устройств. К *активным защитным* средствам относятся также устройства различных *изолирующих конструкций*, *снижающих* интенсивность электромагнитного облучения, а также экранов. Отдельные виды экранов из металлических сеток или листов (в зависимости от металла, из которого они изготовлены) обеспечивают почти полную защиту от электромагнитных излучений (ослабление напряжения в 100–1000 раз).

Эффективная борьба с **тепловым загрязнением биосферы** в глобальном масштабе в настоящее время может состоять лишь в снижении объемов сжигания углеводородного топлива, совершенствовании энергетических агрегатов, повышении их экономичности, в контроле за

использованием источников энергии и за состоянием окружающей среды. Поскольку все из существующих в настоящее время и практически используемых источников энергии в той или иной степени ведут к глобальному тепловому загрязнению, окончательное решение этой проблемы возможно лишь при широком использовании солнечной энергии, самого "экологического" из основных видов энергии на Земле. При этом теоретически обоснована возможность трансформации солнечной энергии не только в тепловую, но и в значительно более экономичную химическую энергию, что станет, безусловно, реальным после окончательного решения наукой загадки фотосинтеза.

В локальном плане снижению уровня теплового загрязнения способствуют внедрение эффективных технологических процессов с меньшим энергопотреблением, изоляция природных водоемов и водотоков от искусственных бассейнов и отказ на тепловых электростанциях от "мокрых" градирен, а также внедрение конденсационно-испарительных установок воздушного типа.

Проблема защиты **от радиоактивного загрязнения** имеет два аспекта – защита населения от радиоактивной опасности работающих АЭС, радиологических лабораторий и других объектов и защиту от последствий ядерной катастрофы (взрыва ядерного боеприпаса или аварии на АЭС, по масштабам близкой к Чернобыльской трагедии). Последний аспект, несмотря на его очевидную актуальность, выходит за пределы обычной будничной практики и связан со сложнейшим комплексом исследований, проектных разработок и осуществлением конструктивных программ общенационального значения. Что же касается первого аспекта, то тут наиболее важно соблюдать режимы эксплуатации реакторов, других установок с радиоактивными веществами, а также правила, связанные со специальным зонированием.

Наиболее целесообразно размещать опасные в отношении радиоактивного излучения объекты в периферийных зонах систем расселения со строгим учетом местных метеорологических и гидрологических условий. Кроме того, вокруг АЭС устанавливаются три зоны с различным по строгости режимом:

- **контролируемая** (возможно облучение свыше 0,3 дозы, допустимой для персонала), **ширина 3 км;**
- **санитарно-защитная** (запрещено размещение производственных, жилых и культурно-бытовых объектов, не относящихся к АЭС), **ширина 13 км;**
- **наблюдаемая** – где дозы облучения населения, проживающего в ее пределах, могут несколько превышать допустимые нормативы, не нанося, однако, вреда людям и животным, **ширина 30 км.**

Хранение твердых и жидких **радиоактивных отходов** весьма сложно. Сточные воды, имеющие повышенную радиоактивность (100 кюри/л и выше), отводят в подземные бессточные бассейны или в специальные герметичные резервуары. Твердые отходы хранят в максимально концентрированном виде под строгим контролем. Места захоронения радиоактивных отходов не должны размещаться в пределах систем расселения.

Охрана окружающей среды от радиоактивного загрязнения, помимо рассмотренных мероприятий, как территориальных, так и чисто технологического характера, достигается и общепланировочными мерами, в том числе эффективным функциональным зонированием районов формирования систем расселения, оптимизацией пригородных ландшафтов, увеличением их мозаичности и т.д. Так, только защита от ветра стеной леса более чем в 30 раз снижает радиоактивное загрязнение территории.

11.2 Территориальные методы экологической компенсации

В комплексе общерайонных мероприятий по охране окружающей среды особое место занимают **территориальные методы**, поскольку именно они позволяют наиболее полно использовать потенциал самоочищения природной среды, избежать дополнительных неоправданных расходов на очистку стоков и выбросов, определить функциональное содержание и конфигурацию природного каркаса района ит.д. Кроме того, сами по себе эти методы, как правило, не требуют больших затрат на их осуществление.

11.2.1 Содержание территориально-планировочных методов

К территориально-планировочным методам экологической компенсации (комплекса мероприятий по охране окружающей среды) можно отнести очень широкий спектр научно-проектных и деятельностных процедур – от выбора места размещения нового города или крупного промышленного комплекса до установления санитарно-защитных зон между экологически небезопасными производствами и жилыми массивами в отдельных населенных пунктах. Основой территориальных методов является **зонирование территории** для различных целей (функциональное, урбоэкологическое и т.д.), анализ пространственной дислокации источников нарушения окружающей среды и выявление ареалов этих нарушений, установление соответствующих хозяйственных и экологических режимов использования различных

участков территории района. Для того, чтобы прийти к соответствующим конструктивным выводам, особенно в отношении рекомендаций по использованию территории, необходимо последовательно выполнить целый ряд разработок научно-исследовательского и проектного характера, которые, учитывая возможность их реализации, можно отнести к территориально-планировочным методам охраны окружающей среды.

Уже на начальном этапе необходим общий экологический анализ территории, включающий сравнительную характеристику экологической составляющей района, определение урбоэкологических характеристик и демографической емкости района, которые позволяют судить о современном или прогнозируемом состоянии окружающей среды, о возможностях обеспечить в районе экологическое равновесие.

Далее необходимо провести оценку территории по комплексу факторов, характеризующих современное и прогнозируемое состояние основных "средоформирующих" компонентов окружающей среды – почвенно-растительного покрова, водного и воздушного бассейна (в ряде случаев и других) по ряду природных и антропогенных факторов, наиболее существенных для того или иного компонента. Критериями оценки служат гигиенические нормативы и специальные укрупненные показатели (число штилевых дней в году, характер рельефа, водность рек, скорость их течения, плотность населения, наличие предприятий высокого класса вредности и т.д.). "Вес" каждого фактора в каждом конкретном случае определяется на основе конкретных показателей, ущербов и других материалов или посредством экспертной оценки. Результатом оценки территории обычно являются зоны с различной степенью благоприятности состояния того или иного компонента окружающей среды. Результаты покомпонентной оценки территории одновременно поступают в информационный блок, откуда их берут и для комплексной оценки территории района.

На основе оценки состояния окружающей среды, выявления проблемных отраслей хозяйства (вносящих наибольший "вклад" в загрязнение природы), проблемных компонентов природы (испытывающих наибольшие антропогенные нагрузки) составляется схема **урбоэкологического зонирования**, которая, будучи составной частью функционального зонирования района, одновременно с этим является сводным документом, в котором отображается пространственная дислокация проблемных в экологическом отношении ситуаций и ареалов.

Прогноз состояния окружающей среды на определенную перспективу дает основание для известной корректировки схемы урбоэкологического зонирования и разработки на этой основе **схемы инженерно-экологического зонирования района**, которая и кладется в основу пространственной структуры системы территориально-

планировочных и локальных технологических, гигиенических и других природоохранных мероприятий.

Конкретные территориально-планировочные мероприятия в зависимости от типа района или города могут включать предложения по формированию пространственных структур разного вида – биолого-экономических территориальных систем, эколого-градостроительных, функциональных, урбоэкологических, инженерно-экологических и других зон, элементов природного каркаса и т.д.

Поскольку выбор территориально-планировочных мероприятий связан с конкретными методиками определения различных урбоэкологических категорий, ниже более подробно рассмотрены некоторые наиболее важные понятия и методы, необходимые для формирования концепции экологической компенсации в том или ином районе.

Демографическая емкость территории. В градостроительстве долгое время было принято судить о емкости территории косвенно, на основе фактов о наличии резервных территорий для строительства. Дальнейшее развитие районной и городской планировки показало необходимость оценивать возможности районов не только по наличию пригодных для застройки земель, но и по другим факторам. Потребовалось рассматривать всю совокупность лимитирующих условий в районе, что нашло итоговое выражение в оценках емкости территории.

Важный и во многих отношениях рискованный опыт был получен в рамках задачи о численности максимально возможного перспективного населения при районной планировке Тольятти-Жигулевского промышленного района. В данном случае толчком для расчетов послужило обсуждение существовавшего какое-то время варианта размещения крупной новостройки (известной сейчас как КАМАЗ) по существу на одной площадке с Волжским автозаводом малолитражных автомобилей. Вариант исходил из представления о том, что в Тольятти с его хорошей обеспеченностью водными и территориальными ресурсами имеются предпосылки для превращения города в "советский Детройт" с населением в несколько миллионов человек.

С точки зрения технологической организации такое мнение, возможно, имело основания. Однако оно было совершенно неприемлемо по градостроительным соображениям, поскольку в непосредственной близости от г. Тольятти находится крупнейший промышленный центр г. Самара с более чем миллионным населением, и развитие по соседству нового гигантского города сопряжено с очень большими трудностями. Такой новый город в условиях Среднего Поволжья оказывался нежелательным, в частности, из-за осложнений, возникающих при формировании его пригородной зоны. Пригородные зоны крупных

городов, рассчитанные на удовлетворение ежедневных потребностей населения, занимают территории обычно в пределах изохрон 1,5–2-часовой транспортной доступности от города-центра. Пришлось бы создавать двойную нагрузку на места, где и без того ситуация с потреблением воды, производством продукции пригородного сельского хозяйства и с использованием рекреационных ресурсов значительно более напряжена, чем это предусмотрено соответствующими нормативами на перспективу. Чтобы за счет самого района удовлетворить повседневные запросы намечавшегося добавочного населения, этот район должен быть очень больших размеров, а это невозможно вследствие соседства других крупных городов. Становилось ясно, что численность населения района не должна превышать определенной величины.

Результаты комплексной оценки территории и природных ресурсов в сопоставлении с общими нормативами потребностей народнохозяйственного комплекса и населения района в площадках для промышленного и гражданского строительства, воде, рекреационных ресурсах и продуктах пригородного сельского хозяйства позволили установить ориентировочный порог развития района, его *демографическую емкость*. В основу определения такой емкости легли современные представления о возможности и целесообразности освоения тех или иных территорий, эксплуатации водных ресурсов, использования лесов и водоемов в целях отдыха, а также о возможных масштабах ведения пригородного сельского хозяйства.

Демографическая емкость территории – условный порог, достижение которого совершенно необязательно в расчетный период. Так, расчетное население в Тольятти-Жигулевском промышленном районе было значительно меньше его емкости. Демографическая емкость служит лишь своеобразным сигналом, предостерегающим от чрезмерного промышленного развития в том или ином районе. Возможны и более крупные масштабы развития некоторых районов, чем допускают их демографические емкости, но тогда такое развитие пойдет за счет определенного ущемления интересов смежных районов (что при высокой хозяйственной освоенности и плотной заселенности территории крайне нежелательно) или же за счет значительного удорожания строительства и больших затрат на охрану окружающей среды в рассматриваемом районе. *Демографическая емкость территории* – переменная величина; с течением времени в условиях научно-технического и социального прогресса, с ростом национального богатства, повышением плодородия почв и продуктивности лесов показатели демографической емкости отдельных районов будут повышаться.

Урбоэкологические характеристики – общие, но весьма важные показатели экологической ситуации в районе или городе:

а) репродуктивная способность,
б) геохимическая активность,
в) устойчивость к физическим нагрузкам
г) экологическая емкость территории.

Эти характеристики, имеющие между собой тесные взаимосвязи, как и демографическая емкость территории, служат необходимой исходной базой для анализа и прогнозирования состояния важнейших компонентов природной среды, а также выступают как общие экологические ограничения при определении перспективных параметров хозяйственного развития города или района, численности его населения и, в конечном итоге, могут влиять на характер намечаемых в районе мероприятий по охране окружающей среды. *Урбоэкологические характеристики* вместе с *демографической емкостью территории* помогают формализовать и перевести на операционный уровень важнейшую природоохранную цель градостроительства – *сохранение* в районе *экологического равновесия*.

А. Репродуктивная способность территории – способность территории какого-либо района – объекта районной планировки воспроизводить основные элементы природной среды – атмосферный кислород, воду, почвенно-растительный покров. Определение репродуктивной способности основано на комплексной оценке и балансе территории района и достигается благодаря возможности установить продуктивность отдельных растительных сообществ, участков местности и т.д.

Для установления возможных масштабов промышленного развития районов, важное значение имеет определение коэффициента репродукции, т.е. отношение показателей репродуктивной способности территории к показателям фактического или перспективного потребления основных составляющих биосферы. При коэффициенте репродукции, равном 1, можно говорить о сбалансированном потреблении того или иного компонента природной среды. Коэффициент репродукции менее 1 характеризует район как неблагоприятный, и в этом случае необходимо предусмотреть меры для восстановления экологического равновесия в районе. Эти меры могут быть весьма разнообразны: сдерживание промышленного развития, повышение лесистости района, проведение комплекса различных природовосстановительных мероприятий и т.д.

Б. Большое значение при обосновании режима хозяйственного использования территории имеет и выявление ее **геохимической активности**, т.е. способности территории перерабатывать и выводить за свои пределы продукты техногенеза – минеральные и органические загрязнения, попадающие в атмосферный воздух, воду и почву со стоками и выбросами промышленных и энергетических предприятий, транспорта, жилищно-коммунального сектора. Геохимическую активность территории в первую очередь обусловливают интенсивность превращения

органических и минеральных веществ в почвах и на их поверхности; интенсивность превращения химических веществ в атмосфере; интенсивность выноса техногенных элементов воздушными и водными потоками за пределы соответствующих ландшафтно-геохимических систем.

В. Устойчивость территории к физическим нагрузкам характеризует сопротивляемость тех или иных ландшафтов к физическим антропогенным воздействиям (транспортные, рекреационные нагрузки и др.). Поскольку в настоящее время наиболее полно определены предельные нагрузки на ландшафт в рекреационной сфере, они и используются для определения этой урбоэкологической характеристики.

Г. Экологическая емкость территории – это максимально возможная в конкретных условиях данного района биологическая продуктивность всех его биогеоценозов, агро- и урбоценозов с учетом оптимального для данного района состава представителей животного и растительного мира. Особое значение здесь имеет установление экологической емкости естественных сообществ – биогеоценозов, где необходимо учитывать не только оптимальный состав растительного и животного мира, но и трофические цепи, минимально возможные в данных условиях численности популяций, заполнение экологических ниш, возможность интродукции полезных животных и т.д.

Конкретный выход экологической емкости определяется как плотность биомассы разного вида на единицу территории. Значение этой характеристики состоит в следующем. *Во-первых*, полноценный породный и видовой состав биогеоценозов – главная гарантия повышения их устойчивости к неблагоприятным воздействиям. В экологии, как известно, считается общепринятым, что чем сложнее биогеоценоз или экосистема, чем длиннее в них трофические цепи (цепи питания), тем лучше они противостоят различным внешним и внутренним воздействиям. *Во-вторых*, только путем достижения максимальной экологической емкости можно не только сохранить генофонд наиболее ценных растений и животных, но и сберечь их популяции. *В-третьих*, разнообразные в видовом отношении экосистемы, в том числе экосистемы преобразованных человеком ландшафтов, более всего приспособлены к антропогенным воздействиям и поэтому лучше всего соответствуют требованиям, которые предъявляют к природной среде научно-техническая революция и социальный прогресс в условиях прогрессирующей индустриализации и урбанизации.

Важно также установить коэффициент экологической емкости, для чего надо фактическую величину биомассы района поделить на его экологическую емкость. Значения этого коэффициента *менее 0,5*

свидетельствуют *о сильном ослаблении* экосистемы района и необходимости ее целенаправленного совершенствования.

Урбоэкологические характеристики весьма подвижны. Их можно улучшить проведением комплекса природовосстановительных мероприятий – инженерной подготовкой территории, лесотехническими, технологическими, биотехническими и другими мероприятиями, важное место среди которых занимает рациональная планировочная организация территории района.

Урбоэкологическое зонирование. Для того, чтобы обоснованно наметить первоочередные мероприятия по охране окружающей среды и своевременно учесть экологические факторы в функциональном зонировании территории района, необходимо провести ее *специальное урбоэкологическое зонирование.*

Главная задача урбоэкологического зонирования – выявление крайне неблагоприятных (критических), неблагоприятных, ограниченно благоприятных и благоприятных с точки зрения состояния окружающей среды участков территорий. Эти территории (урбоэкологические зоны) получаются посредством интеграции покомпонентных рабочих схем (после их совмещения друг с другом) и специальных схем, характеризующих геохимическую активность ландшафта и его устойчивость к физическим нагрузкам и схемы антропогенных нагрузок. На первой схеме показывается геохимическая активность ландшафта, его устойчивость в относительных величинах к органическим и неорганическим загрязнениям и физическая устойчивость почв и растительности к рекреационным и другим нагрузкам, а также участки территории, где подземные водоносные горизонты надежно защищены (или, напротив, не защищены) покрывающими их породами и т.д. На вторую схему наносятся наиболее существенные антропогенные нагрузки – зоны загрязнения воздушного бассейна, участки загрязненных водотоков, подземных вод, распределение рекреационных потоков, зоны интенсивного применения пестицидов и т.д. Общие критерии выделения урбоэкологических зон приведены в таблице 11.2 (с учетом прогноза).

Результаты урбоэкологического и инженерно-экологического зонирования используют в двух направлениях – как составную часть информации о территории при ее функциональном зонировании (через схему комплексной оценки территории) и как аренду локализации и оценки экологических проблем, возникающих на рассматриваемой территории.

Схема функционального зонирования интегрирует результаты физико-географического анализа, комплексной оценки территории, градостроительного и урбоэкологического зонирования территории, анализа ее планировочной структуры.

Таблица 11.2

Критерии выделения инженерно-экологических зон, рекомендуемые направления их хозяйственного использования и характер намечаемых природоохранных мероприятий

Инженерно-экологические зоны	Соотношение важнейших компонентов природной среды			Рекомендуемый режим использования и характер природоохранных мероприятий
	бассейн		почвенно-растительный покров	
	воздушный	водный		
Крайне неблагоприятная (критическая)	–	–	–	Полное ограничение роста и стабилизация антропогенных нагрузок по всей территории зоны
	+ или*	–	–	
	–	+или	–	
	–	–	+ или*	
Неблагоприятная	–	+ или*	+ или*	Ограничение роста и стабилизация антропогенных нагрузок на компоненты природной среды, находящиеся в неблагоприятном состоянии. Проведение природоохранных мероприятий в первую очередь
	+ или*	–	+ или*	
	+ или*	+ или*	–	
Ограниченно-благоприятная	+	+	+	Стабилизация антропогенных нагрузок на элементы среды, находящиеся в наиболее тяжелых условиях. Проведение применительно к ним первоочередных природоохранных мероприятий
	+	+	*	
	+	*	+	
	*	+	+	
Благоприятная	*	*	*	Ограничения антропогенных нагрузок не требуется (за исключением охраняемых территорий и охранных зон). Природоохранные мероприятия проводятся по необходимости
	+	*	*	
	*	*	+	

*Примечание: – неблагоприятная, + ограниченно благоприятная, * благоприятная*

Экологические территориальные разработки должны не только помочь установить конфигурацию и размеры функциональных зон, определить их соотношения, но и быть достаточно понятными для органов власти на местах, особенно при закреплении за каждой функциональной зоной соответствующего режима использования территории. Поэтому система природоохранных мероприятий, сведенных в экологический блок (программу) – это не узкоориентированный комплекс частных процедур, а важнейший элемент формирования перспективной архитектурно-планировочной структуры района, размещения на его территории конкретных народнохозяйственных объектов, в чем выражается ее несомненная конструктивная направленность. Именно в схеме функционального зонирования, в частности, находят свое окончательное пространственное территориальное выражение взаимосвязи градостроительства и экологии. Следовательно, урбоэкологическое и инженерно-экологическое зонирование самым непосредственным образом влияет на характер использования территории, размещение производства, перспективное расселение, его качественные и количественные характеристики, тем самым участвуя в формировании архитектурно-планировочной структуры города или системы расселения.

Проблемные ситуации и ареалы. Другим направлением, в котором необходимо использовать урбоэкологическое зонирование, выступает выявление проблемных ситуаций, ареалов, пространственная локализация комплекса природоохранных мероприятий, очередность их проведения.

Проблемными ситуациями обычно называют такие локальные состояния (современные или прогнозируемые) окружающей среды или отдельных ее компонентов и факторов, которые в худшую сторону отличаются от нормативных. Масштаб локальной проблемы, таким образом, характеризует разность фактического и нормативного состояния окружающей среды. Проблемные ситуации выявляются в первую очередь в пределах крайне неблагоприятных (критических) инженерно-экологических зон, хотя по целому ряду компонентов и факторов – состоянию животного мира, радиоактивному, шумовому, электромагнитному загрязнениям и т.д. – они могут проявляться и вне пределов неблагоприятных с урбоэкологической точки зрения территорий. Чаще всего проблемные ситуации возникают в уже деградировавшей природной среде. При этом характерно отметить тенденцию к своеобразной "цепной реакции" – ускоренному возникновению в очаге проявления проблемной ситуации других подобных состояний окружающей среды.

Наиболее важной характеристикой любой проблемной ситуации является ее острота, которая должна оцениваться путем комплексного рассмотрения зоны ее распространения, интенсивности проявления,

времени возникновения и длительности, обратимости последствий неблагоприятных воздействий и т.д. При этом необходимо использовать соответствующие нормативы и укрупненные показатели. Отсутствие нормативов на качество среды делает необходимым для выявления остроты проблемных ситуаций экспертные оценки. В целом острота проблемной ситуации во многом определяет как приоритетность выбора места и характера тех или иных природоохранных мероприятий, так и сроки их реализации.

Анализ остроты и локализации проблемных ситуаций позволяет выявить своеобразие их "агломерации", т.е. очаги локализации нескольких территориально-сближенных или совпадающих по месту проблемных ситуаций, называемых *проблемными ареалами*. Сложность решения экологических проблем в таких ареалах определяется суммарной остротой проблемных ситуаций, формирующих ареал, величиной ареала, а также в немалой степени способностью природной среды в его пределах противостоять физическим и химическим антропогенным нагрузкам. Ранжирование проблемных ареалов по сложности в их пределах экологической обстановки позволяет выявить наиболее актуальные "горячие точки", места локализации первоочередных мероприятий по охране окружающей среды, разработать, конкретные предложения и наметить пути их реализации.

После выявления и анализа проблемных ситуаций и ареалов разрабатывается система природоохранных мероприятий. При этом рассматривается весь спектр возможных и уместных в данных конкретных условиях мероприятий (территориальных и локальных) применительно к проблемным отраслям, природным компонентам и проблемным ареалам. Поскольку "погасить" проблемную ситуацию можно различными способами, целесообразно рассмотреть несколько возможных вариантов формирования системы природоохранных мероприятий применительно как к системе в целом, так и к отдельным проблемным ареалам.

После оценки эффективности различных вариантов выбирается базовый вариант, который и берется за основу разработки системы конкретных природоохранных мероприятий. На этой стадии происходит и окончательная увязка целей (в данном случае конструктивных задач и соответствующих им мероприятий) с ресурсами. При этом в первую очередь ресурсы направляются на решение наиболее сложных и актуальных проблем.

Все эти важные вопросы находят графическое отображение на комплексной схеме охраны окружающей среды, синтезирующей пространственный и отраслевой аспекты экологической программы, которая составляется на основе рассмотренных выше урбоэкологических и гигиенических проработок и содержит наиболее важные проектные

предложения по охране отдельных компонентов природной и антропогенной среды.

11.2.2 Природный каркас района

Функциональное зонирование района расселения при реализации соответствующих режимов использования территории создает предпосылки для достижения экологического баланса. Однако такой баланс может поддерживать лишь система наиболее активных в экологическом отношении территориальных элементов природной среды – охраняемых природных территорий (национальных и природных парков, заказников, заповедников и др.), которая вместе с прочими охраняемыми объектами живой и неживой природы, озелененными коридорами (осями наибольшей экологической активности), необходимыми для защиты охраняемых объектов буферными зонами и другими элементами, может наиболее эффективно выполнять средозащитные, компенсирующие и санирующие функции. Такая система, обладающая *наибольшей экологической устойчивостью* (условиями лесовозобновления, разнообразием биогеоценозов повышенной мозаичностью ландшафтов, большим "эффектом опушки", обеспечением условий миграции животных и т.д.) получила название **природного каркаса территории.**

В географической и экологической литературе широкое распространение получило понятие системы особо охраняемых природных территорий, которое по своей сути очень близко понятию природного каркаса района. Разница заключается лишь в более широкой трактовке последнего, поскольку природный каркас района образует не только система особо охраняемых природных территорий, являющаяся наиболее активным ядром каркаса, но и достаточно "рядовые" элементы природной среды, одновременно являющиеся весьма важными составляющими планировочной структуры района.

Обладая повышенной экологической активностью, устойчивостью, пластичностью и резистентностью, природный каркас района соотносится с природной "тканью" района, также характеризующейся известной биологической продуктивностью (сельскохозяйственные угодья, эксплуатационные леса и т.д.), как экономический каркас района (города, посадки, крупные транспортные и инженерные коммуникации и т.д.) соотносится с остальной территорией (*хинтерландом*), также выполняющей определенные социально-экономические функции. Вместе с тем природный каркас района не является абсолютно автономной категорией, выступая как существенная часть архитектурно-планировочной структуры системы расселения. Так, оси экологической

активности (долины рек, озелененные коридоры вдоль транспортных и инженерно-технических коммуникаций и др.) одновременно являются планировочными осями района или их частью, узлы экологической активности (зеленые зоны городов, например) нередко соответствуют планировочным центрам района и т.д.

Природная ситуация, как правило, в большей степени, чем архитектурно-планировочная структура, детерминирована не зависящими от человека условиями. Тем не менее, являясь существенной составляющей частью последней, природный каркас района выступает как объект градостроительных исследований и проектирования, в связи с чем особый интерес представляют вопросы о его структуре, параметрах и региональных различиях.

Природный каркас района, исходя из задач комплексного решения эколого-градостроительных требований, включает в себя площадные, линейные и точечные элементы.

Площадные элементы (*ареалы экологической активности*) – национальные и природные парки, заповедники (биосферные, эталонные, ресурсные, демонстрационные и др.), заповедные урочища, заказники (постоянные, временные, сезонные), леса I и II группы (в том числе используемые в рекреационных целях) и другие охраняемые территории. Главными задачами площадных элементов являются воспроизводство основных компонентов природной среды (атмосферного кислорода, воды, растительности, животного мира и др.), сохранение природных комплексов, характерных для данного района, выполнение социальных и эстетических задач. Именно от этих элементов главным образом зависит экологический потенциал района в целом.

Линейные элементы (оси экологической активности) – реки и их поймы, водоразделы (и особенно водораздельные леса), пограничные участки биотопов, озелененные коридоры транспортной и инженерно-технической инфраструктуры, защитные лесопосадки (полезащитные, водорегулирующие на склоновых землях, государственные лесные полосы, лесные полосы вдоль рек и водоемов, насаждения вдоль железных и автомобильных дорог и др), специальные биотехнические коридоры и т.д. Главными задачами линейных элементов являются поддержание целостности каркаса, обеспечение перемещения подвижных компонентов природной среды, выполнение хозяйственных, социальных и эстетических функций.

Точечные элементы (*узлы экологической активности*) – зеленые зоны городов, верховые болота, охраняемые объекты живой и неживой природы, памятники материальной культуры с охранными зонами и другие объекты. Основными задачами точечных элементов являются охрана отдельных уникальных объектов природы и материальной культуры,

выполнение хозяйственных (главным образом защитных и ресурсосберегающих), эстетических и социальных функций.

При формировании природного каркаса района отдельные его элементы (зоны рекреации, защитные посадки и др.) выделяются в соответствии с имеющимися нормативами, другие определяются конкретной ландшафтно-экологической обстановкой (заповедники, заказники, памятники природы, истории и культуры).

Особо следует остановиться на необходимости создания национальных и природных парков (в том числе в непосредственной близости от крупных городов).

Если национальные парки – это объекты, организация которых определяется уникальностью и типичностью природных условий того или иного региона, то природные парки должны быть в каждой области, республике, каждом крае, каждой городской агломерации. Ориентировочно площадь природных парков должна определяться, исходя из нормы 0,1–0,2 га на одного жителя. Общая *площадь* элементов *природного каркаса* района должна составлять *не менее 15–20% от территории* (областных, краевых, республиканских) систем расселения и *не менее 25–30%* от территории *городских агломераций* и других систем расселения.

В соответствии с основными принципами экологического равновесия при формировании и пространственном размещении природного каркаса и его основных элементов должны быть выполнены следующие наиболее важные требования:

- ❖ разнообразие породного, видового, возрастного и функционального состава зеленых насаждений, способствующее усилению мозаичности ландшафта, увеличению биологической продуктивности и эффективности выполнения системой зеленых насаждений различных хозяйственных, социальных и экологических функций;
- ❖ формирование гибкой в экологическом отношении цельной системы посредством целенаправленного развития и взаимной связи ее элементов, а также контакта с соответствующими элементами природного каркаса смежных районов, обеспечивающего беспрепятственную миграцию диких животных и необходимые условия для воспроизводства и приумножения природных ресурсов, а также повышение экологического потенциала региона в целом;
- ❖ оптимальная конфигурация природного каркаса с учетом метеорологических, геоморфологических, гидрологических, транспортных, производственных и других факторов, способствующих эффективному выполнению каркасом не только общеэкологических, но и защитных функций от различных естественных и антропогенных

негативных воздействий, а также формированию полноценного с эстетической точки зрения ландшафта;

- ❖ возможность дальнейшего количественного и качественного развития природного каркаса района путем расширения номенклатуры его элементов посредством включения в систему дополнительных элементов и новых лесопосадок на неудобных, бросовых или нарушенных землях.

Формирование природного каркаса связано с учетом региональных особенностей, поскольку создание полноценной эколого-градостроительной системы в ряде случаев затруднено скудностью и низким экологическим потенциалом природной среды (пустынные и полупустынные районы, тундра и др.). В этих случаях природный каркас района выполняет в основном санирующие функции, хотя и общеэкологическое его значение достаточно велико.

11.2.3 Природный каркас города

Влияние природных особенностей на планировочную структуру городов, использование этих особенностей для создания здоровой среды жизни горожан, обогащения архитектурно-планировочной композиции населенных мест – предмет многих специальных исследований. Ниже затронуты лишь некоторые аспекты формирования природного каркаса города, вытекающие из положения последнего в системе расселения.

Задачи формирования природного каркаса города в целом те же, что и в примере, рассмотренном выше. Вместе с тем приоритетность этих задач иная. Обеспечить полное экологического равновесие в городе невозможно при наличии любого природного каркаса. Поэтому современные нормативы ориентированы на выполнение городскими озелененными территориями в основном гигиенических и эстетических функций. В то же время любая система зеленых насаждений, какова бы ни была ее конфигурация в плане города, выполняет и экологические задачи.

Система зеленых насаждений города, как правило, случайная совокупность небольших сохраняемых парковых, бульварных, рядовых и других зеленых насаждений, в малой степени ориентированных на то, чтобы формировать благоприятную экологическую обстановку в тех или иных частях города. Наиболее существенные недостатки такой системы, мешающие ей в полной мере выполнять функции природного каркаса, это ее неразвитость в центральных районах городов, большая автономность наиболее значительных ее элементов и оторванность от загородных открытых пространств, в том числе и от основных структур природного каркаса района. В некоторых городах (Киев, Минск и т.д.) природный

каркас выражен в достаточной мере сильно, глазным образом благодаря наличию в них водно-зеленого диаметра, пронизывающего городскую застройку и выступающего в качестве основной экологической оси, вдоль которой формируются наиболее важные элементы системы озеленения города.

Развитие природного каркаса города в условиях сложившейся застройки – чрезвычайно сложная задача, хотя минимальные возможности для этого существуют повсеместно (массовое озеленение "ничейных" земель вдоль транспортных магистралей, мест свалок, ликвидируемых баз, складов и др.). В новых городах таких возможностей, конечно, намного больше.

При формировании природного каркаса города важно учитывать следующие наиболее важные принципы:

- ❖ преемственность построения каркаса во внешнем плане (главные оси природного каркаса города должны быть логическим продолжением тех или иных элементов природного каркаса окружающего город района);
- ❖ взаимосвязанность элементов каркаса (каркас должен представлять собой не случайную мозаику различных по назначению городских зеленых насаждений, а скорее сетку экологических осей, на пересечении которых целесообразно формировать сравнительно крупные массивы зелени – центры экологической активности);
- ❖ относительную автономность отдельных частей каркаса (элементы каркаса должны проникать во все наиболее значительные структурные звенья города – жилые и промышленные районы, микрорайоны и др.);
- ❖ функциональное соответствие каркаса конкретным природным и экономическим особенностям города, что должно выражаться как в построении структуры каркаса, так и в его биологических характеристиках;
- ❖ одновременное формирование каркаса (по крайней мере, в новых городах) с городской застройкой как части архитектурно-планировочной структуры города.

Поскольку элементы природного каркаса города – это не что иное, как озелененные территории, а их биопродуктивность различна, важно хотя бы ориентировочно знать "экологический потенциал" различных элементов каркаса (табл. 11.3.).

Подходы к построению природного каркаса в городах, различных по величине, природным условиям, даже по народнохозяйственному профилю, должны быть весьма индивидуальны, что, безусловно, отразится на функциональной и планировочной структуре этого урбоэкологического образования, а также и на его чисто биологических характеристиках.

Общая площадь озеленения в городе – важный показатель, особенно в сопоставлении с другими функциональными зонами. Но с экологической

точки зрения этот показатель малоинформативен. Кроме площади зеленых насаждений, необходимо знать их биологическую продуктивность и продолжительность вегетационного периода, а также особенности планировочной структуры природного каркаса. Структуру природного каркаса города условно можно подразделить на макро-, мезо- и микроструктуру.

Таблицу 11.3

Экологический потенциал различных элементов городского озеленения *[(по В.В. Мазингу) цит. по В.В. Владимирову, 1999]*

Элементы и их полезные свойства	Элементы озеленения								
	цветники	огороды	газоны	аллеи	фруктовые сады	рощи без кустарников	рощи с кустарниками	жилые изгороди	прибрежные кустарники
Ветрозащита	1	1	1	3	3	5	5	5	3
Дымо- и пылезащита	1	1	2	3	3	3	5	5	3
Шумозащита	1	1	1	3	3	3	5	5	3
Защита почвы от эрозии и дефляции	2	1	3	2	3	5	5	5	5
Защита от ядохимикатов	2	1	3	2	1	3	3	3	3
Первичная биологическая продуктивность	2	3	2	3	3	3	5	3	3
Польза для почвенной фауны, грибов	1	1	2	2	3	3	5	5	5
Польза для пчел и других полезных насекомых	3	2	3	3	3	3	3	3	3
Польза для открытогнездящихся птиц	1	1	1	3	3	3	5	5	5
Польза для птиц – дуплогнездиков	1	1	1	3	1	5	5	1	1
Видовое разнообразие	2	2	2	2	3	3	5	3	5
Саморегулиремость	1	1	2	2	2	3	5	3	5
Общий экологический потенциал	**18**	**16**	**23**	**29**	**31**	**42**	**56**	**46**	**44**

Примечание: потенциал: 5 – высокий, 3 – средний, 2 – низкий, 1 – очень низкий

Макроструктура включает в себя зеленые массивы города вне крупных жилых образований, промышленных районов, узлов внешнего транспорта. Поскольку процессы агломерирования ведут к слиянию населенных мест друг с другом, чересполосице застройки, макроструктура природного каркаса города в своем развитии проявляет тенденции к

мозаичности ее строения, на которые влияют консервативные черты коренного ландшафта – рельеф, поймы крупных рек, очертание береговой линии и др. Поэтому формирование элементов природного каркаса должно идти по линии создания зеленой зоны города, водно-зеленых диаметров, озелененных санитарно-защитных зон, а также системы "капилляров" – озелененных улиц, бульваров, защитных зеленых насаждений, соединяющих элементы макроструктуры природного каркаса с пригородными лесопарками и лесами.

Элементы **мезоструктуры** природного каркаса города – сады, скверы, аллеи, другие зеленые насаждения в пределах жилых районов и микрорайонов. В старых частях города можно выделить два типа мезоструктуры: межквартальный (аллеи, озелененные улицы, скверы) и внутриквартальный (сады, огороди, палисадники и др.). В экологическом отношении эти типы достаточно резко различаются даже при одинаковой плотности застройки – в первом случае антропогенный пресс гораздо выше (транспорт, пешеходы, собаки), во втором – больше возможностей для сравнительно спокойного развития зеленых насаждений, их возобновления и обогащения. В новых микрорайонах, с преимущественно свободной планировкой, несмотря на рост озелененных площадей, наблюдается видовое и структурное обеднение зеленых насаждений вследствие постоянного и весьма сильного антропогенного воздействия на жилую территорию.

Микроструктура природного каркаса связана с особенностями внутреннего построения и породным составом отдельных элементов озеленения – газонов, цветников, кустарников, деревьев. Ценность отдельных элементов и их сочетаний в экологическом, экономическом и эстетическом отношениях часто бывает различной. Например, дорогие и эстетически ценные элементы имеют, как правило, невысокий экологический потенциал. И, напротив, большим экологическим эффектом обладают густые живые изгороди, сомкнутые группы деревьев, водоемы с богатой прибрежной растительностью. Поэтому совершенствование микроструктуры зеленых насаждений в городе должно включать в себя меры по увеличению зеленых насаждений со сложной структурой, развитие вертикального и многоярусного озеленения, всестороннего замещения "ничейных", бросовых, неудобных городских земель разного вида посадками.

Вопросы для самопроверки

1. Что такое экологическое равновесие?
2. В чем особенность ремедиации загрязненных почв?

3. *Каким образом очищаются сточные воды и на каких методах они основаны?*
4. *Какими методами обеспечивается очистка производственных выбросов воздуха?*
5. *Как обеспечивается защита окружающей среды от воздействия физических факторов?*
6. *Какие существуют территориальные методы экологической компенсации?*
7. *Какие вы знаете основные понятия и категории, составляющие содержание экологической компенсации?*
8. *В чем содержание понятия «природный каркас района, города»?*

12. ЭКОЛОГИЯ ЖИЛЫХ, ОБЩЕСТВЕННЫХ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЗДАНИЯ (АРКОЛОГИЯ)

Практика строительства в последние десятилетия привела к нарушению гармонии жилища с потребностями человека. Безликость жилых полносборных зданий заводского изготовления, отсутствие связи форм жилой застройки с местными особенностями природных условий (прежде всего рельефом и растительностью), плохое благоустройство внутриквартальных и придомовых территорий, недостаточная теплозащита, инсоляция, проветриваемость, комфортность зданий и многие другие дефекты не способствуют экологизации жилой среды. Исследованиями и конструированием экологичных зданий занимается обширная область научного знания – аркология, или экология жилых, общественных и производственных зданий.

Аркология является логическим продолжением урбоэкологии, их интересы во многом пересекаются, а методы исследований совпадают. Тем не менее, это самостоятельная отрасль науки, формирующаяся на базе архитектуры и экологической науки.

12.1 Понятие об аркологии и ее содержание

Аркология – наука о взаимосвязях искусственных архитектурных объектов с окружающей средой (внешней и внутренней), о влиянии этих сооружений на здоровье населения, о методах и приемах проектирования и строительства "экологичных" зданий и сооружений.

Одна из основных задач аркологии – формирование здорового, экологически "чистого" жилища. Актуальность этой задачи обусловливается крайне напряженной экологической обстановкой в городах, необходимостью защиты людей, находящихся в зданиях, от дополнительных внутренних вредных химических и физических воздействий.

Массовое жилищное строительство далеко не экологично. В помещениях складывается неблагоприятная для человека среда вместе со строительными материалами, мебелью и оборудованием в квартиры попадают вредные для организма человека вещества, системы вентиляции не обеспечивают очистки воздуха в помещениях, нарушается шумовой режим, велики теплопотери зданий, а микроклимат в них не соответствует требованиям комфортности жилой среды. Многоэтажные здания не обеспечивают их жителям необходимой связи с земельным участком, вокруг непомерно крупных жилых домов формируются неблагоприятный микроклимат и психологическая обстановка, архитектурный облик построек не отвечает эстетическим запросам современного человека.

Внутренняя среда помещений ухудшается под воздействием роста загрязненности наружного воздуха и шума в городах. Облегченные конструкции индустриальных зданий при очевидных недостатках отопительных систем и отсутствии солнцезащитных устройств на окнах ухудшают микроклимат в квартирах. Недостаточная вентиляция помещения, теснота, отсутствие в квартирах подсобных и летних помещений, отрыв жителей от придомовых участков еще более обостряют экологические проблемы архитектуры жилища.

Изготовление бетонов с использованием вторичного сырья (шлаки, фосфогипсы и др.) повышают радиоактивный фон в конструкциях до пределов, небезопасных для человека. В практике отсутствуют контроль и средства, способные защитить жителей первого этажа от вероятного проникновения из-под земли радиоактивного газа – *радона*. Широкое применение полимерных материалов повышает вероятность загрязнения внутренней среды продуктами их распада. Асбест, стекловата, многие типы линолеума, древесностружечных плит, лаки, краски, стиральные порошки, пластические материалы далеко небезопасны для здоровья людей и домашних животных.

Наряду с актуальностью использования в строительстве и архитектуре "чистых" материалов, все большее значение придается процессам воздухообмена, совершенствованию вентиляции, посредством которой вредные примеси, содержащиеся в воздухе помещений, могут быть выведены наружу. Эффективность искусственной приточной вентиляции подтверждают многие исследователи, одновременно отмечая, что ионный состав воздуха в жилых помещениях не отвечает требованиям гигиены.

Воздухообмен в помещениях взаимосвязан с теплопотерями зданий. Поскольку сжигание традиционного топлива неэкологично, важна также проблема экономии энергии, то есть достижение минимальных теплопотерь зданий путем проведения соответствующих архитектурно-конструктивных и инженерных мероприятий, а также использования возобновляемых источников энергии в строительстве.

Жилища загрязняют окружающую среду города. При этом жилые дома в 2,5 раза больше, чем общественные здания. Воздух загрязняется незначительно, хотя в помещениях он в 2–4 раза хуже, чем снаружи. Один 12-этажный дом загрязняет городской воздух так же интенсивно, как 2–3 легковых автомобиля. При этом важнейшей остается "мусорная" проблема (сбор, удаление и переработка твердых бытовых отходов), которая решается пока неудовлетворительно.

Важным качеством "экологического" жилища считают его связь с окружающим ландшафтом города – его архитектурой и природой. Сомасштабность жилых групп и отдельных зданий человеку,

гармоничность архитектурных ансамблей, связь их с архитектурной средой города в целом, включение в жилище элементов природы (зеленых комнат, озелененных двориков и крыш и т.п.), эстетически полноценный вид из окна квартиры на городской пейзаж – все это необходимо для сохранения здоровья людей.

Таким образом, понятие "экологическое жилище" многосторонне, чем обусловливается и многоаспектность дисциплины "аркология". Н. Ф. Реймерс в свое время наметил границы этого научного направления.

По его мнению, применительно к жилым зданиям содержание аркологии сводится к следующему:

а) домовый и приусадебный участок (внутренние дворы и дворики; служебные постройки; озеленение участка; вертикальное озеленение; животные вокруг дома; декор домов, цвет, национальная символика);

б) стеновые конструкции (теплоизоляция, ветроустойчивость, воздухопроводимость, естественная и принудительная вентиляция; эмиссия газов из стен; тяжелые и легкие ионы; пыль; радиоактивность, проблема радона; шумопоглощение и шумозащита);

в) план этажа (особенности зданий различной этажности; веранды, лоджии, балконы; ландшафтно-экологический подход);

г) планировка квартиры (экспозиция помещений, размеры окон; анфилады комнат и изолированная планировка; кухня-столовая; санитарный узел; ритуальные и традиционные объекты – камины и др.);

д) экология человеческого жилья (информационность комнаты, квартиры, дома, района; воздействие этажности и стеновых конструкций на биологии и экологию человека; тепловой комфорт, кондиционирование воздуха; объемы, размеры и высота жилых помещений, их воздействие на человека; цветовая гамма окраски стен и ее воздействие на человека; рациональная мебель, ковры; домашняя библиотека; степень изолированности и общения людей в жилище и квартале; опасность скученности населения и городская агрессивность; социальное разнообразие и его эколого-социальная роль);

е) животные и их антропоэкологическая роль (птицы, млекопитающие, рыбы, другие животные);

ж) комнатные растения и их экологическая роль;

з) коллекции в доме.

12.2 «Экологичные» здания

Повысить "экологический" эффект зданий можно различными способами. Не все из них широкодоступны, но с развитием науки и техники, а также технологий в строительстве экологичные конструкции и

методы возведения зданий применяются во все более широких масштабах, особенно в развитых промышленных странах Европы и Америки.

Энергосберегающие здания. Такими зданиями называют дома, в которых максимально используется тепловая энергия, выделяемая внутри, и предусмотрена передача теплоты наружу.

Для достижения экономии энергии предусматривают эффективные архитектурно-планировочные решения; дополнительную эффективную изоляцию наружных стен; энергосберегающие окна, форточки, жалюзи; устройство светопрозрачных теплиц на всю высоту стены или зимнего сада; обваловку части здания грунтом, герметичную заделку стыков; устройство окон с одной стороны здания; утилизацию тепла от внутренних источников с помощью тепловых насосов и аккумуляторов; динамическую теплоизоляцию наружных стен (с системой воздушных каналов внутри стены, сквозь которые проходит теплый воздух) и др.

Экономию энергии обеспечивают объемно-планировочные решения, направленные на максимальное снижение потерь тепла через ограждающие конструкции – окна в доме лучше располагать с одной (солнечной) стороны, здание в плане стараться сделать простой прямоугольной формы, площадь окон должны быть минимальной необходимой для нормального освещения. Желательно избегать сквозного проветривания через дверные и оконные проемы.

Наиболее простой и широко используемый прием сбережения тепла – устройство дополнительной теплоизоляции снаружи или внутри здания. Для теплоизоляции применяют готовые панели из искусственного (пенополистирол, пенополиуретан и др.) и естественного (минеральная вата, древесноволокнистые плиты и т.д.) материалов. Динамическая теплоизоляция наружных стен более сложная, основанная на обеспечении циркуляции свежего воздуха в сквозных вертикальных пустотах в стенах и его нагреве от тепла, проникающего в стену от системы солнечного отопления и изнутри здания от традиционных систем отопления.

Большое значение имеет конструкция окон. Стекла заменяют вакуумными стеклопакетами (двух- или трехслойными), рамы окон утепляют твердым пенополистиролом, на окна устанавливают энергосберегающие жалюзи с высокими тепло- и звукозащитными свойствами и системой электронного управления. При необходимости жалюзи опускают и резко повышают тепло- и звукоизоляцию стен.

Практическое значение имеет и вторичная утилизация тепла, когда приточный воздух в системе вентиляции подогревается вытяжным воздухом из помещений в теплообменниках. В индивидуальных домах применяют систему воздушного отопления, в которой теплый вытяжной воздух дополнительно подогревается в газовой установке и, проходя через теплообменник, нагревает приточный воздух.

Тепловой насос способен утилизировать тепло от наружных стен, если воздух в каналах пройдет через наружные стены, а затем его теплота будет отобрана тепловым насосом. Далее эта теплота может быть использована или поступить в тепловой аккумулятор. Утилизируется также энергия теплых сточных вод.

Расчеты показывают, что при утилизации всей энергии и безупречном проекте энергосберегающего дома не потребуется дополнительной энергии для отопления здания в течение всего года.

Гелиоэнергоактивные здания. Солнечная энергия – один из самых доступных, чистых и практически неисчерпаемых источников. Недостатком ее является то, что плотность энергии очень невелика, излучение прерывисто и зависит от метеорологических условий. Тем не менее, солнечную энергию уже сейчас используют для непосредственного преобразования в электрическую, нагревания теплоносителя и снабжения зданий горячей водой, для нагрева массивных элементов зданий и т.д.

Целесообразность использования солнечной энергии выявляется на основе комплексной климатологической характеристики района будущего строительства (солнечная радиация, облачность, температура и влажность воздуха, скорость ветра, осадки и т.д.).

Система отопления должна быть в состоянии поглощать солнечную радиацию и преобразовывать ее в теплоту, аккумулировать тепло и распределять ее в зонах отопления. При этом пассивные системы солнечного отопления работают без принудительного вмешательства, а активные системы – с помощью дополнительного источника энергии – механических установок (насосов, вентиляторов и др.).

В настоящее время получили распространение следующие виды пассивных систем солнечного отопления:

а) система *прямого облучения*, когда солнечная радиация проходит сквозь оконные стекла, задерживающие инфракрасные лучи (парниковый эффект);

б) система "*массивная стена",* представляющая толстую стену с одной темной поглощающей поверхностью, закрытой оконным стеклом с зазором 100–120 мм, в котором циркулирует нагретый воздух;

в) система *"водозаполненных стен"* (из водозаполненных и нагреваемых солнцем контейнеров или труб);

г) система *"водоналивная крыша"*, в которой поверх перекрытия установлены емкости, окрашенные в черный цвет, служащие своеобразными аккумуляторами тепла;

д) *термосифонные* системы, в которых система для нагревания воздуха (тепловой коллектор) располагается ниже теплового аккумулятора, что позволяет его эффективно нагревать.

При проектировании и строительстве зданий с активными системами солнечного отопления необходимо обеспечить незатеняемость, рациональную форму и ориентацию домов.

Коллекторы (гелиоприемники) размещают на обращенных в южную сторону склонах кровель, на экранах лоджий, на стенах и т.д. Коллекторы могут быть *плоскими* или *фокусирующими*. *Первые* устраивают в том случае, когда потребляется сравнительно низкопотенциальная энергия или в сочетании с тепловыми насосами. *Вторые* – при необходимости получения более высоких температур или для энергоустановок с кипящей жидкостью.

Биоэнергоактивные здания. Биомасса (трава, кустарники, водоросли, деревья, сточные воды и др.) – мощный аккумулятор солнечной энергии. Она используется в качестве исходного продукта для образования биогаза или вместо традиционного топлива. Биогаз на 50–80% состоит из метана и на 20–50% – из углекислого газа. Биогаз получают в установках, основной частью которых является реактор (метантенк) вместимостью от нескольких кубических метров до нескольких тысяч кубических метров. Реакторы играют роль бродильной камеры, куда ежесуточно загружают свежую биомассу, обеспечивая необходимую температуру брожения, равномерное перемешивание массы и опорожнение реактора от шлака. Полученный в реакторе газ поступает в газгольдер. Затем газ очищают от сероводорода, удаляют углекислый газ и иногда сжижают. Готовое топливо применяют в горелках систем отопления, водонагревателях, газовых плитах, холодильных машинах и т.д.

Комплексы, включающие в себя реакторы – метантенки с системами загрузки, перемешивания, очистки газа, удаления шлака и его аккумулирования (газгольдер), лучше всего размещать в местах постоянного накопления биомассы (в агропромышленных комплексах на предприятиях по переработке древесины, в жилых микрорайонах на промышленных предприятиях, на очистных сооружениях и т.д.).

Помимо рассмотренных выше "экологичных" зданий, известны и иные их типы – ветроэнергоактивные, гидро- и геоэнергоактивные и другие здания.

В Западной Европе при реконструкции старой застройки получает все большее распространение экологическая модернизация жилищ, при которой реконструируемые здания снабжаются комплектом "экологических" устройств:

– оборотным водоснабжением (для хозяйственных нужд),

– биореактором (сырьем для которого служит бытовой мусор),

– гелиоустановками (их мощность достаточна для отопления зданий в сравнительно мягком климате),

– установкой для компостирования прочих отходов,

– системой вертикального озеленения зданий,

– комплексным обводнением и благоустройством дворов и т.д.

Подобные здания – прообраз ядра "экополиса" в современном индустриальном городе и пример материального воплощения в жизнь идей аркологии.

Вопросы для самопроверки

1. На каких принципах основаны энергосберегающие здания?
2. На каких принципах основаны гелиоэнергоактивные здания?
3. На каких принципах основаны биоэнергоактивные здания?

Тестовое задание

Тип А. ***Выберите один правильный ответ из четырех предложенных***

1.	**Наиболее урбанизированная страна мира:**	
	а) Германия;	в) Россия;
	б) США;	г) Великобритания
2.	**Наибольшую антропогенную нагрузку (среди стран мира) испытывает:**	
	а) Индия;	в) Великобритания;
	б) Германия;	г) Япония.
3.	**Наибольшая плотность населения в тыс. человек на 1 км^2 в:**	
	а) Монреале;	в) Токио;
	б) Москве;	г) Берлине.
4.	**Самый крупный мегаполис мира:**	
	а) Мехико;	в) Большой Бомбей
	б) Токио-Иокогама	г) Рио-де-Жанейро
5.	**К 2025 году в городах будут проживать:**	
	а) 20% населения планеты;	в) 60% населения планеты;
	б) 35% населения планеты;	г) 75% населения планеты.
6.	**Городская экосистема отличается от естественной тем, что:**	
	а) в городах плотность популяций всех ее обитателей ниже, чем в пригородах;	в) в городах богаче видовой состав животного мира, чем в пригородах;
	б) в городах лучше развит почвенный покров;	г) городская природная среда обеднена видами живых организмов, однако плотность некоторых из них выше, чем в пригородах
7.	**Крупные промышленные центры отличаются от своих пригородов в климатическом отношении и по погодным условиям тем, что:**	
	а) летних осадков выпадает меньше, чем в пригородах;	в) температура зимой ниже, чем в пригородах;
	б) температура летом выше, чем в пригородах;	г) в течение года солнечных дней над городом больше, чем в пригородах.
8.	**Центр крупного промышленного города отличается следующими особенностями**:	
	а) увеличивается солнечная радиация и количество туманных дней;	в) солнечная радиация не меняется, но уменьшается количество туманных дней;
	б) уменьшается солнечная радиация и увеличивается количество туманных дней;	г) солнечная радиация увеличивается, но уменьшается количество туманных дней.
9.	**Городской шум становится опасным и более болезненным для людей при следующих параметрах:**	
	а) 25 дБ;	в) 110-120 дБ;
	б) 40-50 дБ;	г) 150 дБ.

10.	**Главные загрязнители воздуха в городах:**	
	а) легкая промышленность и хлебозаводы;	в) энергетика и транспорт;
	б) различные пищевые комбинаты и типографии	г) учреждения быта и строительные комбинаты
11.	**Рекреационные системы городской среды - это:**	
	а) потенциальные системы возможной застройки пустующей территории	в) системы, связанные с местами приема пищи (рестораны, кафе и т.д.);
	б) то же, что и рудеральные системы;	г) системы территориальной организации отдыха
12.	**Растения в городах из-за применения в осенне-зимний период большого количества соли (для защиты жителей от травматизма) страдают от:**	
	а) избытка воды, растворяющей соль;	в) перегрева почвы (соль как антифриз);
	б) водного голодания, вызванного гипертоническим раствором солей в почве	г) холода, вызванного переохлаждением почвы.
13.	**Важнейшей и основной причиной летнего листопада в городах является высокое содержание в воздухе:**	
	а) метана;	в) свинца;
	б) угарного газа;	г) хлора и фтора.
14.	**В пределах крупных промышленных городов не рекомендуется:**	
	а) выращивать цветочную рассаду и высаживать леса	в) заниматься разведением шампиньонов и вешенок;
	б) собирать лекарственные растения и выращивать овощи для продажи	г) заниматься разведением свиней на свинофермах
15.	**Карстовые провалы и просадки грунтов в городах обязаны своим происхождением в первую очередь (как первопричине):**	
	а) падению уровня грунтовых вод;	в) вибрации автотранспорта и метро;
	б) сильным ливневым дождям	г) тяжести городских построек
16.	**Наиболее предпочтительным для проживания с точки зрения экологических требований считают дом, построенный с использованием:**	
	а) бетона;	в) гранита:
	б) песчано-гравийных материалов;	г) дерева.
17.	**В жилом доме концентрация радона выше:**	
	а) на втором этаже;	в) на десятом этаже
	б) на первом этаже;	г) или ниже, независимо от этажа.
18.	**Экологи относятся с осторожностью к использованию в быту древесно-стружечной плиты, например мебели из ДСП, потому что этот материал:**	
	а) сильно иссушает воздух квартир;	в) значительно повышает уровень радиации в квартирах
	б) увеличивает концентрацию формальдегида в квартирах	г) повышает концентрацию радона в квартирах

19.	**Новые изделия из ДСП (древесно-стружечной плиты), фанеры или пористой резины нежелательно поставлять в заселенные квартиры непосредственно с фабрики, поскольку из этих материалов выделяются в опасных количествах:**	
	а) метан, азот, угарный газ и свинец;	в) сера, фосфор, бром и хлор;
	б) углекислый газ, асбест и инертные газы;	г) формальдегиды и другие синтетические органические соединения.
20.	**Из искусственной кожи под действием ультрафиолетовых лучей выделяются:**	
	а) угарный газ и озон;	в) диоксин, оксиды серы и азота;
	б) дивинил, хлоропрен и акрилаты;	г) хлор, бром и фтор
21.	**Для улучшения экологической обстановки жилых помещений воздух рекомендуется периодически:**	
	а) насыщать положительными ионами;	в) насыщать отрицательными ионами;
	б) насыщать положительными и отрицательными ионами	г) деактивировать.
22.	**Для здоровья человека опасным видом загрязнения квартирных помещений является:**	
	а) горячая вода;	в) метан и меркаптан
	б) комнатная пыль;	г) озон и бром
23.	**Виновниками аллергических реакций, бронхиальной астмы, ринита, конъюнктивита, дерматозов могут быть обычные обитатели квартир:**	
	а) вши и тараканы;	в) клещи;
	б) блохи и муравьи	г) мучные жучки и кожееды
24.	**Для того чтобы в домах и учреждениях не заводились клещи и подобные паразиты, опасные для человека, не следует злоупотреблять следующими предметами:**	
	а) деревянными и фанерными изделиями;	в) рельефными обоями и фотообоями;
	б) коврами с пушистым ворсом, поролоновыми изделиями, ковролином	г) чехлами для стульев и кресел
25.	**При наличии реки, протекающей через город, завод или фабрику следует размещать относительно заселенных районов:**	
	а) на противоположном берегу в черте города с учетом розы ветров;	в) ниже по течению;
	б) выше по течению;	г) в любом подходящем месте
26.	**Неблагоприятными с точки зрения экологии для постройки городов являются местности:**	
	а) замкнутых котловин	в) долин с большими суточными колебаниями температур
	б) не защищенные от ветра	г) приближенные к лесным массивам и холмам
27.	**Количество годовых отходов, приходящееся на каждого жителя крупного города примерно равно:**	
	а) 100 кг;	в) 1000 кг;
	б) 500 кг;	г) 5-8 т

28.	**На здоровье горожан не оказывает первостепенное влияние:**	
	а) совокупность природно-климатических условий местности;	в) загрязнение и деградация окружающей среды;
	б) образ жизни и социально-экономические условия;	г) время замерзания и вскрытия рек
29.	**Градостроители считают, что человеку лучше жить в малоэтажных домах, потому что такие здания:**	
	а) благоприятствуют общению своих обитателей, способствуют снятию стрессов и более экологичны;	в) требуют меньше стройматериалов для постройки и занимают меньше места в городе;
	б) более выгодны с экономической точки зрения;	г) более выгодны для коммунальных служб (снабжения их водой, теплом, электроэнергией).
30.	**Микроклимат помещений не оценивают по таким показателям, как:**	
	а) температура воздуха	в) атмосферное давление;
	б) влажность воздуха;	г) подвижность воздуха
31	**Зеленые растения в городе выполняют много различных экологически важных функций, кроме:**	
	а) снижения летней температуры воздуха;	в) поглощения значительного количества углекислого газа и выделения кислорода;
	б) увеличения относительной влажности воздуха;	г) снижения уровня ионизации воздуха.
32.	**В городах, атмосфера которых загрязнена выхлопами автомобилей, выбросами фабрик и заводов, хвойные породы чувствуют себя плохо. Тем не менее эти растения:**	
	а) выделяют много кислорода;	в) выделяют много целебных фитонцидов;
	б) лучше других зеленых насаждений задерживают пыль;	г) хорошо задерживают шум и не боятся прямых солнечных лучей
33.	**Густые посадки деревьев и кустарников способны ослабить уровень шума в городе примерно:**	
	а) в 2-3 раза;	в) в 10 раз;
	б) в 5 раз;	г) в 50 раз
34.	**Источником излучения не является**:	
	а) цветной телевизор	в) органическое стекло
	б) светящийся циферблат часов;	г) аквариум.
35.	**Причина, по которой в населенных пунктах нельзя устраивать посадки борщевика Сосновского, связана со следующей особенностью этого растения:**	
	а) неприятно пахнет;	в) вызывает сильные ожоги и аллергию
	б) неэстетично выглядит	г) сильно радиоактивен

36.	**Автомобили создают сложную экологическую обстановку в городе не только из-за того, что выделяют много выхлопных газов и загрязняют окружающую среду бензином, мазутом, маслами и т. д., но и потому, что:**	
	а) стирают асфальт в ядовитую пыль;	в) стирают резину в пыль;
	б) отравляют воздух запахом автокраски	г) уменьшают поступление солнечной радиации, отражая ее стеклами и зеркалами
37.	**В городах почвенный покров:**	
	а) сохранился без видимых изменений;	в) практически отсутствует или сильно нарушен;
	б) слегка нарушен;	г) обогащен различными веществами, улучшающими его
38.	**Эпидемии в крупных городах распространяются:**	
	а) быстрее, чем в сельской местности;	в) медленнее, чем в сельской местности;
	б) с такой же скоростью, как и в сельской местности	г) вообще не распространяются благодаря своевременному и качественному медицинскому обслуживанию.
39.	**Наибольший по частоте воздействия вклад в облучение городских жителей вносит:**	
	а) уран;	в) радон;
	б) цезий;	г) торий.
40.	**Экологическая оценка состояния городской среды не учитывает:**	
	а) состояние теплоэнергетики;	в) состояние канализации;
	б) гравитационную составляющую;	г) качество воздушной среды и уровень шума.
41.	**По степени воздействия на человека и по объему выбросов городские предприятия можно распределить в убывающей последовательности**:	
	а) заводы и фабрики, коммунальное хозяйство, транспорт;	в) коммунальное хозяйство, заводы и фабрики, транспорт
	б) коммунальное хозяйство, транспорт, заводы и фабрики;	г) транспорт, заводы и фабрики, коммунальное хозяйство
42.	**ПДК различных веществ в воздушной среде города превышает норму, правда, это не относится:**	
	а) к свинцу;	в) к кислороду;
	б) к оксиду углерода	г) к фенолу.
43.	**Процесс усиления роли городов и городского образа жизни в обществе, сопровождаемый интенсификацией всех видов хозяйственной деятельности, называют:**	
	а) урбанизацией;	в) гиперурбанизацией;
	б) субурбанизацией	г) суперурбанизацией.

44.	**Сравнение процесса изменения численности населения в городе с селом выявляет следующую особенность:**	
	а) тенденцию к повышению рождаемости;	в) тенденцию к снижению рождаемости (в отличие от села, где происходит повышение рождаемости);
	б) тенденцию к снижению рождаемости (так же, как и в селе);	г) тенденцию к стабилизации (так же, как и в селе).
45.	**Пыль лучше задерживают:**	
	а) хвойные деревья;	в) однолетние травы;
	б) лиственные деревья;	г) частицы почвы.
46.	**Электромагнитное загрязнение среды, особенно в городах, возникает по разным причинам, за исключением:**	
	а) широкого использования древесно-стружечных плит (ДСП) и линолеума;	в) широкого развития кабельных систем, телевидения, радиотелефонов;
	б) использования источников и передатчиков электроэнергии (ЛЭПы, трансформаторы);	г) использования электротранспорта (метро, трамваев, троллейбусов).
47.	**Животными-синантропами (обычными спутниками человека), обитающими в городах, являются:**	
	а) соловьи, клесты-еловики, дятлы;	в) крысы, мыши, воробьи, вороны;
	б) белки, садовые сони, соколы;	г) кроты, бурундуки, волки, лисы, собаки.
48.	**Опадающую листву деревьев, находящихся в городской черте, необходимо:**	
	а) сжигать на месте;	в) превращать в компост;
	б) использовать на корм скоту;	г) вывозить за город для специального захоронения.
49.	**Для города более предпочтительны следующие зеленые насаждения:**	
	а) невысокие растения с мелкими, гладкими, блестящими листьями;	в) карликовые стриженые кустарники с разноцветными листьями;
	б) быстро растущие достаточно высокие деревья и кустарники с многочисленными сильно опушенными липкими листьями;	г) деревья с мощными стволами и ветвями, но небольшим числом листьев.
50.	**Наименее опасны тепловые станции, которые работают с использованием:**	
	а) угля;	в) сланца;
	б) мазута;	г) газа.
51.	**Действию радиации в наибольшей степени подвергаются люди, работающие по специальности:**	
	а) пожарника или строителя;	в) машиниста метропоезда;
	б) летчика или шахтера	г) диспетчера или другого сотрудника авиаслужбы.

52.	**Чтобы решить проблему обеспечения безопасности населения в крупных промышленных городах, требуется прежде всего:**	
	а) наладить выпуск газет большими тиражами;	в) выявить источники угрозы для здоровья и жизни людей;
	б) расширить строительство столовых и кафе в соответствии с ростом численности горожан;	г) увеличить число травмпунктов, больниц и станций «Скорой помощи».
53.	**Помимо естественного радиоактивного фона, источником радиации может служить:**	
	а) строительный материал, используемый для облицовки домов в качестве наполнителя бетона и т. п.;	в) телевизор и монитор компьютера;
	б) древесная и травянистая растительность;	г) питьевая вода в доме.
54.	**Для улучшения экологических условий в городах путем озеленения их территории необходимо:**	
	а) соблюдать политику невмешательства в естественные процессы развития и смены растительности;	в) заменить все местные виды растений привозными, приспособленными к жизни в городской среде;
	б) всего лишь сократить местные виды растений;	г) совершить продуманную интродукцию и фитомелиорацию.

Тип В. ***Заполните пропуски в тексте***

55. Территорию, отличающуюся высокой плотностью населения, компактностью застройки и сложной архитектурно-планировочной структурой (разветвленной инфраструктурой), называют……..

56. **Идеальный в экологическом отношении город, который будет находиться в равновесии с окружающей средой, получил название**……..

57. Если **все экосистемы подразделить на авто- и гетеротрофные, то город следует отнести** к группе……..... экосистем.

Тип С. ***Найдите соответствия и выпишите правильные ответы (а, б, в...)***

58. **Насколько антропогенная нагрузка на биосферу в каждой стране превышает антропогенную нагрузку на биосферу всего человечества:**

страны

а) Германия;
б) Япония;
в) Китай;
г) Россия;

Антропогенная нагрузка в стране:

1. - в 16 раз;
2. - в 14,5 раз;
3. - в 2 раза;
4. - менее чем в 1 раз.

Ответы: 1)……2)……..
3)……4)……..

59. Найдите соответствие между источником шума и его шумовым воздействием:

а) ткацкий станок, рок-музыка, удар грома;
б) нормальный спокойный разговор в комнате;
в) метро, подвесной мотор, косилка для газонов;
г) пылесос, телевизор, пишущая машинка.

Уровень шума: 1. – 50 дБ;
2. – 70 дБ;
3. – 120 дБ;
4. – 100 дБ.

Ответы: 1)……2)……..
3)……4)……..

60. Источник загрязнений:

а) люминесцентные лампы;
б) аккумуляторы и батарейки;
в) шины;
г) ДСП (древесно-стружечная плита).

Загрязнители: 1) свинец; 2) ртуть; 3) фенол; 4) кадмий; 5) резина.

Ответы: 1)……2)……..
3)……4)……..

Фанис Фаннурович Исхаков

Андрей Алексеевич Кулагин

Глеб Анатольевич Зайцев

У Р Б О Э К О Л О Г И Я

Редактор: Т.В. Подкопаева

Лиц. на издат. деят. Б848421 от 03.11.2000 г. Подписано в печать 29.04.2015.
Формат 60Х84/16. Компьютерный набор. Гарнитура Times New Roman.
Отпечатано на ризографе. Усл. печ. л. – 14,0. Уч.-изд. л. – 13,8.
Тираж 100 экз. Заказ № 1226

ИПК БГПУ 450000, г.Уфа, ул. Октябрьской революции, 3а

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ им. М.АКМУЛЛЫ

АННОТИРОВАННЫЙ СПИСОК ФОНДА

ЗООЛОГИЧЕСКОГО МУЗЕЯ

КАФЕДРЫ БИОЭКОЛОГИИ И БИОЛОГИЧЕСКОГО

ОБРАЗОВАНИЯ БГПУ им.М. АКМУЛЛЫ

УФА 2018

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ им. М.АКМУЛЛЫ

АННОТИРОВАННЫЙ СПИСОК ФОНДА

ЗООЛОГИЧЕСКОГО МУЗЕЯ

КАФЕДРЫ БИОЭКОЛОГИИ И БИОЛОГИЧЕСКОГО

ОБРАЗОВАНИЯ БГПУ им.М. АКМУЛЛЫ

Учебное пособие

УФА 2018

УДК 59:069
ББК 28.6л6
А

Печатается по решению учебно-методического совета
Башкирского государственного педагогического университета
им. М. Акмуллы

Аннотированный список фонда зоологического музея кафедры биоэкологии и биологического образования БГПУ им.М. Акмуллы [Текст]: учеб. пособие /сост. Р.С. Мусалимова, В.Н. Саттаров, М.Г. Мигранов, Т.И. Яковлева. – Уфа: Изд-во БГПУ, 2018. – 87с.

В издании описаны экспонаты зоологического музея кафедры биоэкологии и биологического образования естественно-географического факультета БГПУ им. М.Акмуллы. Приведены краткие биологические сведения, хозяйственная ценность и географическое распространение описываемых животных.

Издание предназначено для преподавателей, студентов естественно-географического факультета, учащихся школ, а также широкого круга любителей природы.

Составители: ***Р.С. Мусалимова***, *канд. биол. наук, доцент;*
В.Н. Саттаров, *д-р биол. наук, профессор;*
М.Г. Мигранов, *д-р биол. наук, профессор*;
Т.И. Яковлева, *канд. биол. наук, доцент.*

Рецензенты: ***Р.Г. Фархутдинов****, д-р биол. наук, профессор (БГУ);*
С.Н. Абрамов, *канд. биол. наук, доцент (БГПУ).*

ISBN 978-5-87978-921-8

© Издательство БГПУ, 2018

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ЗООЛОГИЧЕСКОМ МУЗЕЕ

Зоологический музей Башкирского государственного педагогического университета им М. Акмуллы находится в помещении площадью 160 м^2, расположенном на 8-м этаже второго учебного корпуса и является составной частью кафедры биоэкологии и биологического образования. Включен в список ведомственных музеев г.Уфы.

Кафедра зоологии (ныне кафедра биоэкологии и биологического образования) основана в 1975 году. Зоологический музей начал работать с 1978 года. Инициатором создания музея была Галина Владимировна Ямалова. Под ее руководством, руками студентов были сделаны первые экспонаты музея – тушки птиц, которые сохранились до сих пор.

Структура музея имеет систематический принцип построения, представлен и палеонтологический материал. Основу экспозиции составляют представители животных, обитающих на территории Республики Башкортостан. Кроме того, музей имеет богатую коллекцию кораллов, моллюсков, морских ежей, которые являются в основном обитателями морей и океанов (есть представители Тихого и Индийского океанов, Адриатического и Красного морей). Коллекции беспозвоночных животных Башкортостана ежегодно обновляются силами студентов естественно-географического факультета. В зоологическом музее насчитывается около 600 экспонатов.

В процессе своей деятельности музей выполняет учебную, научно-экспозиционную, просветительскую работу.

Весь музейный материал используется как наглядные пособия при изучении соответствующих разделов зоологии. Преподаватели кафедры проводят в музее отдельные занятия со студентами естественно-географического факультета, принимают зачеты и экзамены.

С зоологическим музеем связывают свою внешкольную работу студенты факультета, проходящие педагогическую практику. Здесь учащиеся знакомятся с животным миром и проблемами его охраны, получают квалифицированные ответы на интересующие их вопросы, а студенты-практиканты обучаются методике проведения учебных экскурсий, одновременно углубляя свои знания по зоологии.

Сотрудники кафедры ведут научную работу по изучению фауны республики, проводят консультации по темам курсовых и выпускных квалификационных работ. В музее постоянно ведется работа по пополнению экспонатов, в которой активное участие принимают студенты.

Зоологический музей располагает разнообразным зоологическим материалом, позволяющим вести просветительскую и воспитательную работу со студентами университета и учащимися. Много экскурсий проводится во время школьных каникул. Приезжают не только учащиеся уфимских школ, но и учащиеся из сельских районов республики. Ведется

«Книга отзывов», в которой широко представлены отзывы посетителей со словами благодарности в адрес создателей, руководителей и экскурсоводов музея.

Посетители зоологического музея смогут совершить увлекательное путешествие, познакомиться с представителями групп животных, населяющих планету, а также получить ответы на многие вопросы, возникающие при знакомстве с животным миром.

Адрес музея: 450000, г.Уфа, ул. Октябрьской революции 3а,
Башгоспедуниверситет им. М. Акмуллы,
II учебный корпус, 8 этаж, зоологический музей.

ГАЛИНА ВЛАДИМИРОВНА ЯМАЛОВА – ИНИЦИАТОР СОЗДАНИЯ ЗООЛОГИЧЕСКОГО МУЗЕЯ

Г.В. Ямалова (17.01.1948 – 11.07.1994) окончила в 1966 году Ашинскую среднюю школу №2 с золотой медалью. В 1967 – 1972 гг. училась в Башкирском государственном университете на биологическом факультете, и после окончания его с отличием была направлена в аспирантуру биологического факультета МГУ.

В 1978 г. Галина Владимировна успешно защитила кандидатскую диссертацию, под руководством известного ученого орнитолога В.Д. Ильичева.

Свою трудовую деятельность на кафедре зоологии естественно-географического факультета Башгоспединститута Галина Владимировна начала в 1977 г. в должности ассистента, а затем старшего преподавателя, доцента. В период с 1983 – 1990 гг. заведовала кафедрой зоологии. С 1978 г., с приходом Галины Владимировны на кафедре под ее руководством начал работать зоологический кружок. Она работала с большим энтузиазмом и энергией, учила студентов правильно понимать явления живой природы, любить и бережно относиться к ней.

Основная цель работы кружка предполагала готовность студентов к внеклассной работе по зоологии и приобретение навыков научно-исследовательской работы. Кружковцы под руководством Галины Владимировны изучали основы полевых исследований, овладевали методикой изготовления препаратов для кабинета, зоологического музея, а также школьного кабинета биологии. Они проводили экскурсии на природе, в краеведческий музей, участвовали в конференциях, конкурсах студенческих научных работ и неоднократно получали высокую оценку.

По инициативе Г.В.Ямаловой был создан зоологический музей. Благодаря ее творческой натуре были изготовлены разнообразные экспонаты, заказаны коллекции различных животных, созданы тематические экспозиции. Музей стал центром экологического воспитания не только студентов, но и школьников республики.

КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЭКСПОНАТОВ

БЕСПОЗВОНОЧНЫЕ ЖИВОТНЫЕ

Тип Простейшие (*Protozoa*)

В музее экспонируются рисунки ***Protozoa***. Сюда относятся преимущественно микроскопические животные, тело которых состоит из единственной клетки. Каждая одноклеточная особь представляет собой самостоятельный организм. Каждому простейшему животному присущи все основные жизненные функции, характерные для целого организма. Большинство простейших – свободноживущие одиночные или колониальные формы. Они в огромном количестве населяют почву, моря, пресные воды. Биомасса этих организмов на земле огромна, а их роль в жизни природы и жизни человека исключительно велика. Раковинные формы играют важную роль в формировании осадочных пород. Не менее велико значение простейших в почвообразовании и поддержании плодородия почв, в биологической очистке воды и т.д. Среди простейших есть и паразитические формы, которые являются возбудителями различных заболеваний животных и человека.

На витрине можно увидеть представителей *Саркодовых (Sarcodina), Жгутиковых (Flagellata*), *Споровиков (Sporozoa), Инфузорий (Infusoria).* Все они представлены рисунками.

Тип Губки (*Spongia*)

Губки – примитивные многоклеточные организмы, разнообразные по внешнему виду, ведущие сидячий образ жизни. Это в основном жители морей и лишь немногие из них являются пресноводными (бадяги), известно около 5 тыс. видов губок. Они имеют форму наростов, бокалов или напоминают ветвящиеся стебли. Губки могут быть одиночными животными, но чаще образуют колонии. Тело губки состоит из двух слоев клеток и расположенного между ними бесструктурного вещества. У большинства имеется скелет, состоящий из минеральных или органических веществ. Пищеварение внутриклеточное. Питаются преимущественно одноклеточными организмами. Большинство гермафродиты. Размножаются губки как бесполым (вегетативным), так и половым путем. Преобладающим видом размножения является почкование, которое осуществляется наружно и внутренне. Обладают большой способностью к регенерации. Будучи разрезанными, протертыми через сито, губки сохраняют жизнеспособность, вновь формируя из клеточной массы тело.

Пропуская через многочисленные поры вводу, губки ее фильтруют и очищают. Некоторые губки имеют промысловое значение. К их числу относятся некоторые морские губки, употребляемые для туалета,

медицинских и технических целей. Известен и вред губок, когда, размножаясь внутри водопроводных труб, они закупоривают их.

У нас обитают пресноводные *губки-бадяги (Spongilla),* колонии которых состоят из множества особей. В реках Белой, Дема, Сюнь, в озерах и старицах, во всех зонах республики зарегистрировано три вида губок: озёрная, речная и ломкая. Наиболее часто встречается озерная губка, которая образует ветвистые отростки.

Тип Кишечнополостные (*Coelenterata*)

Кишечнополостные – самые низкоорганизованные из числа настоящих многоклеточных животных. Тело их, как и губок, состоит из двух слоев клеток и представляет собой мешок, соединенный с внешней средой отверстием, окруженным щупальцами. Полость этого мешка, где происходит пищеварение, называется кишечной. Отсюда и название типа.

К типу кишечнополостных относятся преимущественно морские животные (медузы, гидроидные и коралловые полипы) и лишь несколько видов семейства гидр обитают в пресных водоемах. Известно более 10 тыс. видов кишечнополостных.

Для кишечнополостных характерны две жизненные формы: сидячий мешковидный полип и плавающая дисковидная медуза. По образу жизни их делят на одиночных и колониальных, сидящих или свободноплавающих. Колониальные полипы, как правило, имеют известковый скелет. Кишечнополостные обладают радиальной симметрией, для них характерно двухслойное строение, наличие кишечной полости и нервной системы. Характерной особенностью большинства кишечнополостных является наличие на щупальцах и по краям тела стрекательных клеток, являющихся средством защиты и нападения.

На витрине можно увидеть представителя **класса Сцифоидных медуз (*Scyphozoa*)** – *медузу Аурелия (Aurelia aurita*) *или ушастая медуза*, крупные экземпляры которой достигают 40см в диаметре. Это уплощенная медуза (поэтому она получила название морское блюдце) с совершенно прозрачным телом, и только выделяются по цвету розовые или фиолетовые подковообразные гонады. Форма тела в виде круглого зонтика, по краю которого расположены мелкие щупальца. В центре зонтика на вогнутой стороне находится рот, края которого вытянуты в ротовые лопасти. Ротовые лопасти напоминают по форме ослиные уши, от них медуза и получила свое название. Медуза Аурелия обитательница почти всех умеренных и тропических морей обоих полушарий.

Коралловые полипы (*Anthozoa*) – морские колониальные, реже одиночные животные. Обитают в теплых тропических морях, где температура воды не ниже 20^0С, и на глубинах не более 20 м, в условиях обильного планктона, которым они питаются. Кроме того, кораллы чувствительны к освещенности и насыщенности воды кислородом и

поэтому встречаются на мелководье и обычно не заходят на глубину более 50 м. Зависимость распределения кораллов от освещенности определяется их симбиозом с одноклеточными водорослями. Водоросли получают от кораллов защиту и углекислый газ (продукт дыхания) для фотосинтеза, а также некоторые дефицитные в морской воде соединения азота и фосфора из продуктов диссимиляции полипа. Коралловые полипы, в свою очередь, получают от водорослей кислород, необходимый для дыхания, а также для активизации процессов скелетообразования.

Всего известно около 6 тыс. видов коралловых полипов. Различают два подкласса современных коралловых полипов: **Восьмилучевые *(Octocorallia) и* Шестилучевые *(Hexacorallia).*** Подклассы различаются по числу щупалец: у 8-лучевых всего восемь щупалец и они перистые, с боковыми выростами, а у 6-лучевых щупальца гладкие и их число кратно шести. У 8-лучевых полипов скелет внутренний и образуется в мезоглее, он может быть роговым или известковым. У 6-лучевых полипов скелет наружный, выделяемый эктодермой, очень редко внутренний или отсутствует. Имеются полипы без скелета, например актиния.

Слово «коралл» в нашем представлении всегда связан с чем-то твердым, хрупким. Таковы в действительности многие кораллы, но имеются и мягкие кораллы **Альционарии *(Alcyonacea),*** у которых скелет в виде известковых игл.

Из **Восьмилучевых кораллов (*Octocorallia*)** на витринах можно увидеть такие виды, как: *Морской органчик (Tubipora musica)* – скелет которого состоит из длинных известковых трубочек, напоминающих трубочки органа и соединенных между собой поперечными пластинками (Индийский океан, Чагос, атолл Бленим, гл. 2 м). Окрашен в красный или малиново-красный цвет. Органчики образуют крупные колонии и участвуют в рифообразовании. Здесь же представлены роговые кораллы – *Gorgonaria sp.u Metallogorgia sp.* Роговые кораллы – это полипы с внутренним роговым скелетом. Вееровидные колонии образуют полипы рода *Gorgonia*, называемые веером Венеры. К числу горгонарий относятся промысловый красный коралл, или благородный коралл (*Corallium rubrum*) и близкие к нему виды, добываемые в Средиземном, Красном и других морях. Благодаря высокой концентрации железа известковые спикулы благородного коралла окрашены в различные оттенки красного цвета – от почти белого до почти черного. С добытых кораллов счищают мягкие ткани и верхний слой осевого скелета, а его наиболее плотную сердцевину используют для изготовления различных украшений.

На витринах музея представлена богатая коллекция **Шестилучевых кораллов (*Hexacorallia*).** *Конская актиния (Actinia eguina)* – полип, лишенный скелета. Имеет подошву и ведет сидячий образ жизни, но при необходимости может медленно передвигаться по субстрату. Активный хищник, иногда поедающий даже мелких рыб. Нередко они ярко

окрашены. Некоторые актинии могут находиться в симбиозе с раками-отшельниками, которые им служат для передвижения, а актинии со стрекательными свойствами защищают отшельников от врагов. Актинии напоминают фантастические цветы. На многих языках они и называются морскими анемонами.

Здесь же видим **мадрепоровые кораллы** ***(Madreporaria)*** – самая обширная группа кораллов, которая насчитывает более 2500 видов. Характерной чертой их является мощный известковый скелет. Эта группа кораллов – основные рифообразователи. К ним относятся мозговики в виде полушарий с причудливыми бороздами, грибовидные кораллы и другие роды, представителей которых можно увидеть в экспозиции.

Род **мозговики** ***(Leptoria):*** *вид Leptoria Phrygia*, *вид Porites lobata* – имеет шаровидную форму (Красное море, Дахлак, плато рифа, гл. 12м) – образуют шаровидные колонии, напоминающие по форме полушария головного мозга с множеством извилин.

Род **Грибовидные кораллы** ***(Fungia):*** *вид Fungia fungites*, *вид Fungia danai*, *вид Fungia echinata* (Красное море, Дахлак, лагуна, гл. 16 м). Одиночные грибовидные кораллы. Молодые фунгии снабжены ножкой, на которой растет тело коралла, Она похожа на шляпку сыроежки, обращенную пластинками вверх. Когда тело фунгии достигает в диаметре 2–3 см, ножка обламывается и коралл падает на дно, где продолжает расти, На ножке тем временем развивается новый коралл. Некоторые экземпляры достигают 10 см в диаметре, а вытянутая в длину колючая фунгия (*Fungia echinata)* вырастает до 30–35 см. Цвет фунгий обычно охристый или нежно желтый, некоторые виды имеют розовый край.

Вид *Euphyllia fimbriota* (Красное море, Дахлак, лагуна, гл. 16 м) – коралл **рода эуфиллия** ***(Euphyllia)*** образует полушаровидные колонии.

Вид *Favia speciosa* (Красное море, Дахлак, склон рифа, гл. 11 м) – коралл **рода фавия** ***Favia,*** колонии фавий имеют вид полушарий с ячеистой поверхностью.

Вид *Pocillopora sp*. (Красное море, гл. 10 м) – ветвистый коралл принадлежит к **роду поциллопоры** ***(Pocilloporidae).***

Вид *Galaxea fascicularis* (Красное море, Дахлак, гл. 12 м) – колючие галаксии.

Вид *Herpetolitha limax* (Красное море, Дахлак, рифовое плато, гл. 13м) – полип получил такое название, поскольку напоминает удлиненной формой и внешней поверхностью улитку.

Вид *Heliopora coerulea* – коралл рода солнечные кораллы (*Heliopora*), образующий причудливые ярко-голубые колонии.

Вид *Acropora sp. или «рога оленя»* – образует колонии древовидной колонии с характерными разветвлениями, каждая ветвь колонии по мере роста разъединяется подобно рогам, что и послужило основанием для простонародного названия.

Тип Плоские черви (*Plathelminthes*)

Современной науке известно свыше 10 тыс. видов морских, пресноводных и паразитических плоских червей. Тело их листообразное или лентообразное, пищеварительная система упростилась, а половая система сильно развилась и способна продуцировать огромное количество яиц. Большей частью плоские черви гермафродиты. В наших водоемах живут ресничные черви – планарии, наиболее многочисленными группами являются трематоды и цестоды.

Сосальщики (*Trematoda*) – паразитические черви, имеющие присоски. Паразитируют во внутренних органах позвоночных животных. Одним из представителей является *печеночный сосальщик (Fasciola hepatica).* Имеет листовидную форму тела длиной до 30 см, шириной 8–13 мм. В половозрелой стадии обитает в желчных ходах печени у овец, коз, крупного рогатого скота и других животных. Известны случаи паразитирования у человека. Проходит сложный путь развития со сменой промежуточного хозяина, которым служит малый прудовик.

Ленточные черви (*Cestoda*) также являются паразитическими червями, развивающимися со сменой хозяев. Их окончательными хозяевами являются позвоночные животные, а промежуточными могут быть беспозвоночные и позвоночные животные. Есть среди них наиболее опасные для человека и домашних животных паразиты. На витрине можно увидеть *бычьего солитера, или невооруженного цепня (Taeniarhynchus saginatus).* Сколекс у этого цепня имеет четыре присоски, но не имеет крючков. В половозрелой стадии паразитирует у человека, промежуточным хозяином служит крупный рогатый скот (отсюда название цепня). Длина тела цепня может достигать 8–12 м, а число члеников может быть более 1000. В зрелом членике находится до 175 тыс. яиц. Окончательный хозяин бычьего солитера – человек, в кишечнике которого обитает одна особь паразита (название паразита от латинского слова «soliter» – единственный). Находясь в кишечнике человека, цепень периодически отделяет от тела зрелые членики, которые вместе с экскрементами попадают в почву. Крупный рогатый скот заражается, заглатывая яйца с кормом. Личинки – финны локализуются в мышцах. Человек заражается бычьим солитером, используя в пищу непрожаренное или непроверенное мясо.

На витрине также можно увидеть пузырчатую личиночную стадию *эхинококка (Echinococcus granulosus),* печень крупного рогатого скота, пораженную эхинококком. Окончательным хозяином эхинококка обычно являются собаки, а также волки, лисицы, у которых в кишечнике живут ленточные цепни длиной 5–6 мм, состоящие всего из 3–4 члеников. Яйца паразита попадают в почву, на траву. Их поедают вместе с травой коровы, овцы, и в теле развиваются финны. Промежуточным хозяином может быть и человек. В сельской местности эхинококком могут быть заражены

пастушьи собаки, и тогда вероятность попадания яиц эхинококка в кишечник скота, а также людей наиболее высока. Собаки же заражаются эхинококком при поедании внутренностей зараженного скота. Человек может заразиться эхинококком при общении с собакой. Финны эхинококка могут быть крупными и достигать величины с голову ребенка. Внутри финны эхинококка образуются дочерние пузырьки, а в них формируются множество головок.

Тип Круглые черви (Nemathelminthes)

Среди круглых червей большое число как паразитических, так и свободноживущих видов, которые заселяют моря, пресные воды и почву. Паразитические круглые черви встречаются почти у всех многоклеточных животных, а также у многих растений. По размерам нематоды очень разнообразны – от микроскопических до гигантских (паразит кашалота достигает до 8 м в длину).

У человека наиболее часто паразитируют: аскарида человеческая, острица детская, яйца которых развиваются в наружной среде.

На витрине представлена *аскарида человеческая (Ascarus lumbricoides).* Аскарида человеческая – крупная нематода, самка достигает 20–40 см, самец 15–25 см в длину. Паразитирует в тонких кишках.

Самка в течение суток выделяет примерно до 200 тысяч яиц, которые с фекалиями выбрасываются наружу, где у них протекает начальное развитие. Заражение происходит при приеме пищи и воды, зараженных яйцами аскарид, содержащихся внутри личинки. Из яиц, попавших в пищеварительный тракт, выходят личинки, которые в дальнейшем совершают сложный путь миграции по организму человека. Личинки прежде всего проникают в слизистую оболочку тонкой кишки, а затем в кровеносные сосуды. По кровеносному руслу личинки аскарид, проходя через печень и сердце, попадают в легкие. В последних они из капилляров проникают в бронхи, затем в трахею и глотку. Из глотки они заглатываются и попадают в кишечник. Здесь личинки превращаются во взрослых самок и самцов. Так протекает цикл развития паразита.

На пути миграции личинки разрывают ткани органов, стенки кровеносных сосудов, в результате чего нередко наступает расстройство пищеварения, кровоизлияния, бронхит, воспаление легких. Аскариды из кишечника могут проникнуть в желчные протоки печени, в желудок. В последнем случае они могут вызвать рвоту и с рвотными массами попасть в глотку, а отсюда – в трахею и носовую полость, вызывая удушья.

Человеческой аскариде родственны и распространены также повсеместно *аскарида свиная* (*Ascaris suum*) и *аскарида лошадиная* (*Parascaris equorum*). В экспозиции музея также представлен влажный препарат «Паразитические черви в кишечнике человека (солитер и аскариды)».

Тип Кольчатые черви (*Annelida)*

Кольчатые черви – наиболее высокоорганизованные представители группы червей. Их тело состоит из многочисленных клей, или сегментов, каждый из которых включает части жизненно важных органов. Живут главным образом в морях, а также в пресных водах и на суше.

Из кольчатых червей в экспозиции музея представлены: нереида, пескожил, дождевой червь, ложноконская и улитковая пиявка.

Нереида (Nereis pelagica) обитают в морях. Тело нереид разделено на членики. На переднем конце находятся голова, на ней несколько щупалец, две пары глаз, рот с парой челюстей. На боковых сторонах члеников тела нереиды имеются плоские выросты в виде лопастей. На лопастях пучками сидят многочисленные длинные щетинки, благодаря чему весь класс получил название многощетинковых. Быстро перебирая лопастями, нереида передвигается по дну. При этом она упирается в дно пучками щетинок. Питается нереида водорослями и мелкими животными, хватая их острыми челюстями. Нереида, как и дождевой червь, дышит всей поверхностью тела, но у многих морских кольчатых червей, например, у пескожила, на лопастях расположены органы водного дыхания – жабры, имеющие вид разветвленных выростов покровной ткани.

Пескожил (Arenicola marina) может зарываться в песок (отсюда и название). При рытье у пескожила главное значение имеют сильно развитая мускулатура тела и гидравлический способ движения путем проталкивания полостной жидкости из одного конца тела в другой. Пескожил живет в изогнутых норах. Оба конца норы подходят к поверхности грунта. Своей глоткой пескожил захватывает и проглатывает песок вместе с органической пищей. Песок проходит сквозь кишечник и выбрасывается позади. Поэтому около рта песок оплывает и на поверхности грунта образуется воронка. В воронку попадают гниющие водоросли, которыми питается пескожил. Таким образом, зарываясь в грунт, пескожил обеспечивает себе защиту от врагов и непрерывный прием пищи.

Наиболее известными среди олигохет (малощетинковых) являются дождевые черви. *Дождевой червь (Lumbricus terrestris)* всю жизнь проводят в норках, роя их в земле. Они лишь изредка появляются на поверхность, да и то в ночное время или после дождя. Дождевые черви, проделывая норки, способствуют проникновению в глубь почвы воды и воздуха, необходимых растениям. Они измельчают и перемешивают землю. В почве, где нет дождевых червей, растения плохо развиваются и дают низкий урожай. Летом черви держатся в поверхности слоях почвы, а на зиму роют норки глубиной до 2 метров. Благодаря скрытному образу жизни у червей мало врагов, однако под землей их поедают кроты, а на поверхности подстерегают жабы и птицы.

Дождевые черви имеют сильно вытянутое тело (длиной до 10–15 см),

округлое в поперечном сечении тело, способное сокращаться и удлиняться. На брюшной стороне червя развиты тонкие, упругие короткие щетинки. Они помогают червю двигаться вперед по поверхности земли и особенно во время рытья норки. Дождевой червь имеет красновато-коричневую окраску, при этом его брюшная сторона светлее спиной. Дождевые черви – гермафродиты. Семенники и яичники расположены в передней части тела. При откладке яиц на пояске червя выделяется обильная слизь. Червь выползает из слизи, слизь быстро затвердевает и темнеет. Образуется кокон с несколькими яйцами внутри. Через определенное время из яиц развиваются молодые черви, которые покидают оболочку кокона.

Из пиявок в экспозиции представлены два вида: малая ложноконская пиявка и улитковая пиявка. Для пиявок характерно мускулистое тело, разделенное на сегменты. На обоих концах тела имеются присоски, необходимые для прикрепления к телу других животных и для передвижения.

Малая ложноконская пиявка (Herpobdello octoculata) широко распространена в водоемах нашей республики, особенно стоячих. Размеры тела не превышают 5см. Окраска спины варьирует от светло-коричневого до темно-коричневого с поперечными рядами желтоватых пятнышек, брюшная сторона светлая. Хорошо развита задняя присоска, которой пиявка обычно прикрепляется к подводным предметам и, вытянув тело, совершает волнообразные дыхательные движения, усиливая ток воды вокруг своего тела. На переднем конце тела находится 4 пары глаз. Челюсти развиты слабо и лишены зубцов. Питается малая ложноконская пиявка мелкими водяными беспозвоночными. В отличие от большой ложноконской пиявки этот червь не закапывает свои коконы в землю, а прикрепляет их на листья водных растений. Особенно часто их можно найти на нижней стороне листьев кувшинок и кубышек. Коричневые коконы имеют овальную форму и плотно «приклеены» к водным растениям.

Улитковая пиявка (Glosciphonia complanata) имеет широкое и короткое тело, на ощупь нередко твердо, длина не превышает 2 см. Встревоженные, свертываются в клубок наподобие ежа. Могут плавать.

Медицинская пиявка, применяемая для кровопускания, встречена пока только в Балтачевском районе республики. Наши больницы этих пиявок выписывают из других областей. Разводят медицинских пиявок в искусственных условиях в биофабриках, где они проходят жесткий ветеринарный контроль, растут до двух лет, затем отправляются в лечебные учреждения.

Длина тела в среднем 12 см, ширина около 1 см, окраска чаще темная, с характерным рисунком на спине. В ротовой полости 3 челюсти с острыми зубчиками, слюнные железы выделяют белковое вещество

антифебрин (гирудин), препятствующее свертыванию крови при кровососании. Желудок с 10 парами отростков, в которых сохраняется высосанная кровь. Обитает в пресных стоячих и медленно текущих водах. Сосет кровь главным образом земноводных и млекопитающих.

Тип Моллюски (*Mollusca*)

Моллюски имеют мягкое нечленистое тело, заключенное в известковую раковину, который может быть двустворчатой или цельной в форме спирально закрученной башни, катушки, иногда в виде колпачка или щита. Тело подразделяется на туловище, голову и ногу.

По количеству видов моллюски занимают второе место после членистоногих и насчитывают более ста тысяч видов. Наиболее многочисленными из мягкотелых являются: класс брюхоногие и класс двустворчатые.

Брюхоногие (*Gastropoda*) или улитки наиболее богатый видами класс моллюсков. Они заселили как прибрежные зоны океанов и морей, так и значительные глубины и области моря; они расселились по пресным водам и приспособились к жизни на суше.

Одним из характерных признаков брюхоногих служит наличие у них цельной раковины, не разделенной на створки и пластинки и прикрывающее спинную часть животного (у некоторых она недоразвита или отсутствует). У большинства брюхоногих раковина закручена в спираль, при этом обороты спирали чаще всего лежат в разных плоскостях. Обороты раковины составляют завиток. На раковине различают вершину и устье – отверстие, из которого высовывается голова и ноги моллюска.

В музее представлены влажные препараты и раковины брюхоногих моллюсков, обитающих в республике Башкортостан, а также большая коллекция морских брюхоногих.

Среди морских брюхоногих моллюсков немало таких, за изумительно красивые раковины которых коллекционеры отдавали целые состояния. Но наивысшей ценностью, получаемой от брюхоногих моллюсков, долгое время считался пурпур. Легенда гласит, что когда-то на берегу Средиземного моря одна собака разгрызла раковину моллюска мурекса и ее пасть окрасилась в пурпурный цвет. Хозяин собаки заметил это, и с тех пор пурпуром (выделением особых желез мурекса, краснеющим на свету) стали окрашивать дорогие ткани. В наше время производство пурпура почти забыто, лишь кое-где в средиземноморье сохранились традиции его изготовления.

Из **рода *Murex*** в экспозиции музея представлены два вида: *Murex ramosus* (Красное море) и *Murex sp.* (Индийский океан) – это хищные моллюски, с ярко окрашенной раковиной. Некоторые виды богато украшены шипами, иглами, гребнями и пластинками, образующими самые невероятные структуры. Как было сказано выше, представленные виды

относятся к пурпурным моллюскам.

Представители **рода *Strombus*** – *Strombus plicatus* (Индийский океан, гл.72м) и *Strombus tricornis* (Красное море) имеют чрезвычайно тяжелую и массивную раковину, несмотря на это животные довольно подвижны благодаря мощному развитию и расчленению их ноги. Их раковины отличаются разнообразием расцветки, а красота их форм невообразима.

У Terebra sp. раковина напоминает узкий и длинный винт, особенно если ее устье плотно закрыто крышечкой. Такая шилообразная раковина состоит из множества спиральных витков.

Bulla sp. (Аденский залив) также имеет хорошо развитую внешнюю раковину, закрученную в спираль.

Моллюск *Coralliophila violacea* питается мягкими тканями кораллов.

В коллекции раковин морских моллюсков представлены также: *Phalium sp.* (Индийский океан), *Lambis truncate* (Индийский океан, гл. 5м), *Nassarius papillosus* (Индийский океан), *Nassarius variedatus* (Аденский залив), *Turridae sp.* (Индийский океан), *Thais tuberose* (Индийский океан), *Siliquaria anquina* (Южно-китайское море) и ряд других видов.

Большое значение в жизни человека имеют **двустворчатые моллюски (*Bivalvia*)**, широко распространенные в морях и пресных водоемах. Размеры раковин этих моллюсков очень разнообразны. «Царь-ракушкой» можно назвать гигантскую тридакну (*Tridacna gigas*), достигающую в длину до 1,5 м и массой до 250 кг; причем масса собственного тела таких гигантов не превышает 30 кг, остальное приходится на раковину. Тридакна гигантская принадлежит к **роду *Tridacna***, из этого рода в экспозиции музея представлена раковина большой тридакны *Tridacna maxima* (Индийский океан, гл. 14 м).

Patinopecten yessoensis (Японское море, гл. 20 м) – приморский гребешок, двустворчатый моллюск с белой радиально-ребристой раковиной.

Chlamis islandica (Беренгово море) – исландский гребешок, диаметр раковины достигает до 8 метров.

Pododesmus macrochisma (Японское море) – аномия гигантская. Ведет прикрепленный образ жизни, цементируясь к скалам и камням правой створкой. Раковины видов **рода *Pododesmus*** округлые, правая плоская створка повторяет очертание предмета, к которому она прикреплена, хорошо развит перламутровый слой.

В музее также можно ознакомиться с раковинами двустворчатых моллюсков, обитающих в республике Башкортостан, а также с коллекцией «Двустворчатые моллюски о. Рюген» (Германия).

Многие моллюски представляют большой практический интерес. Одни из них употребляются в пищу, раковины других используют для изготовления поделок и украшений. Так, с давних времен и по настоящее время двустворчатые моллюски используются человеком в пищу (мидия,

устрица, большой гребешок, черноморский гребешок и др.). По калорийности их мясо превосходит мясо многих рыб, оно содержит большое количество витаминов и минеральных веществ, таких как йод, железо, цинк, медь и др. Мука из мяса и раковин используется как корм для птиц и идет на удобрение полей. Водные формы, являясь фильтратами, способствуют очищению водоемов. Среди моллюсков немало вредителей, как, например, голый слизень, камнеточцы, корабельный червь и др. Моллюски являются также промежуточными хозяевами паразитических плоских червей, вызывающих тяжелые заболевания домашних и диких животных.

Тип членистоногие (*Arthropoda*)

Членистоногие самый многочисленный тип животного царства. К этому типу относятся сегментированные животные с плотными хитиновым покровом и членистыми конечностями. Членистоногие выделяются богатством форм и приспособлений к самым различным условиям существования. Этих животных можно встретить в морских и пресных водоемах, на дне и в группе на разных глубинах. Они заняли всю поверхность суши и почву.

Членистоногие подразделяются на три класса: ракообразные, имеющие две пары усов на голове и много ножек, живущие в воде или сырых местах; паукообразные – на голове усиков не имеют, ходильных ножек 4 пары; насекомые – наличие одной пары усиков, трех пар ног, у большинства из них во взрослом состоянии имеются крылья.

Из **ракообразных (*Crustacea*)** в экспозиции представлены несколько видов.

Тонкопалый речной рак *(Astacus leptodactylus)* – предпочитает неглубокие проточные водоемы или озера с чистой водой, с илистым или песчаным дном. Живет в воде с высоким содержанием кислорода и минеральных солей. Днем прячется в норах или других укрытиях и с наступлением сумерек начинает охоту на червей, улиток, личинок насекомых, не брезгует трупами. Осенью раки откладывают яйца. Самки мечут до 200 икринок, прикрепляя их к своим брюшным ножкам. Развитие длится 5–6 месяцев, потомство производят на 5–6 году жизни. Зимуют в норах на дне водоемов, потеряв активность.

Камчатский краб (Paralithodes camtschatica) – отличается крупными размерами, самцы нередко достигают в размахе конечностей 1,5 м и веса 7 кг. Самцы значительно меньше. Крабы используются для изготовления консервов. Всю свою жизнь камчатский краб проводит в странствиях, каждый год, повторяя один и тот же маршрут. Миграция зависит в значительной степени от колебания температуры, оптимальной температурой считается 2–7^{0}С. Половозрелыми становятся поздно, самки в 8, самцы в 10 лет. Вследствие поздней половозрелости и медленного роста,

запасы, подорванные промыслом, восстанавливаются с большим трудом.

Рак-отшельник (Pagurus bernhardus) для защиты мягкого брюшка обычно селится в пустых раковинах брюхоногих моллюсков. Раковину рак-отшельник носит с собой, при опасности весь прячется в нее (отсюда название), а устье закрывает более развитой клешней. Вырастая, рак-отшельник меняет раковину на более крупную. Широко известен симбиоз рака-отшельника с актиниями, когда рак-отшельник сажает на свою раковину одну или две актинии. Актинии защищают его своими жгучими щупальцами и при этом путешествуют вместе с раком. В экспозиции музея представлены два экспоната – влажные препараты рака-отшелька, добытые в Южно-Китайском море (глубина 70 м) и Индийском океане (глубина 5 м).

Каменный краб (Eriphia spinimana). Панцирь каменного краба тяжёлый и прочный, покрыт бугорками, наростами, шипами и острыми волосками. Окраска обычно коричневая или красно-коричневая, частично с рисунком в виде тускло-жёлтых или серовато-жёлтых прожилок. Клешни крупные и сильные. Пальцы клешней тёмно-коричневые. Каменный краб питается моллюсками и другими донными беспозвоночными, а также органическими остатками. Охраняет своё убежище среди камней и территорию вокруг от других крабов. Самка вынашивает яйца под брюшком. Это один из крупных крабов Чёрного моря. Каменный краб встречается на побережье Крымского полуострова, у берегов Болгарии, Турции, на Черноморском побережье Кавказа на глубинах до 30 м со скальным или каменистым дном.

На витрине можно также ознакомиться с коллекцией «Низшие и высшие ракообразные».

Из **класса паукообразные (*Arachnida*)** в экспозиции музея можно увидеть обыкновенного сенокосца *(Phalangium opilio),* паука-крестовика *(Araneus diadematus),* паука-серебрянку *(Argyroneta aquatica)* и других.

Представители **отряда пау*ки (Aranei)*** обладают комплексом признаков: нечленистым брюшком, ядовитыми железами, способностью плести паутину. Паутина используется для ловли и удержания добычи, строительства и укрепления гнезд, плетения коконов, миграции и расселения сигнализации, защиты от холода.

Древнегреческий миф рассказывает, что жила в старину искусная ткачиха Арахна, прявшая из тончайших нитей легкие ткани, не имевшие равных по красоте. Гордая своим умением, Арахна вызвала на состязание саму богиню Афину. Началось соревнование двух ткачих. Афина выткала на покрывале изображение людей, наказанных богами за непокорность. А Арахна изобразила богов, одержимых человеческими страстями, не внушающих почтения. По красоте её работа не уступала работе богини. Разгневанная Афина порвала ткань Арахны и в наказание превратила ее в паука. Но и здесь не утратила своего искусства Арахна и в новом обличии

продолжает ткать свою пряжу.

По-гречески слово «паук» и «Арахна» звучат одинаково. Арахнологией называется наука о пауках.

Класс насекомые (*Insecta*) по числу видов значительно богаче всех прочих классов беспозвоночных животных. Роль насекомых в природе огромна. Среди них многие виды действительно полезны. Однако есть и виды, наносящие ощутимый вред сельскому и лесному хозяйству, служащие переносчиками возбудителей опасных заболеваний человека и животных.

В экспозиции музея можно увидеть материал, характеризующий развитие насекомых, примеры предупреждающей окраски у насекомых, коллекции – «Насекомые: хищники и паразиты», «Вредители леса». Можно ознакомиться с устройством гнезда обыкновенной осы и осы-шершня. Здесь же показан цикл развития и коконы одного из полезных насекомых тутового шелкопряда.

Весь остальной энтомологический материал размещен в специальных энтомологических витринах в виде коллекций. В коллекциях представлены представители отрядов насекомых, наиболее распространенные в республике Башкортостан. Коллекции насекомых постоянно обновляются.

Тип Иглокожие (*Echinodermata*)

Иглокожие – своеобразные животные по своей организации, обладающие оригинальной формой тела – то в виде звезды, то цветка, шара, огурца и т.п. Все иглокожие обладают водоносной (амбулакральной) системой, которая у большинства форм служит для движения, а у морских лилий и некоторых ежей выполняет дыхательную функцию. Скелетные пластинки несут на своей поверхности разнообразные иглы, что служит основанием их названия, хотя не все представители этого типа имеют иголки. Все иглокожие – обитатели морей.

Иглокожие подразделяются на пять классов: морские звезды, офиуры, морские ежи, голотурии, морские лилии.

Морские звезды (*Asteroidea)* получили свое название за характерную звездообразную форму тела. Чаще всего звезды бывают пятилучевыми или имеют вид правильного пятиугольника. Однако встречаются виды звезд с большим числом лучей, большинство звезд ярко окрашены в красный, желтый, зеленый, фиолетовый цвет, нередко с контрастными полосками и пятнами. Большинство морских звезд хищники, питаются главным образом двустворчатыми моллюсками, а также ракообразными, морскими ежами, коралловыми полипами.

Офиуры, или Змеехвостки (*Ophiuroidea*) похожи по форме на морских звезд, но при более внимательном исследовании обнаруживаются ясные различия между этими двумя группами. У офиур выделяется

основная часть, или диск, от которого отходят пять лучей в виде отростков, похожих на лучи морской звезды. Лучи узкие длинные и подвижные. Тело офиур уплощенное, обычно с 5, реже с 6,7,9 лучами. Лучи во много раз превышают диаметр диска. Питаются мелкими донными организмами и планктоном и сами служат пищей другим животным.

Морские ежи (*Echinoidea*) донные малоподвижные животные без лучей, преимущественно шаровидной, реже яйцевидной формы или уплощенной. У большинства из них хорошо развит скелет, образующий сплошной панцирь. Морские ежи покрыты многочисленными иглами, которые причиняются к нему подвижно. В экспозиции представлен вид *Heterocentrotus mammilatus*. Гетероцентротус обладает очень толстыми, грубыми иглами, помогающими ему рыть пещерки в коралловом полипняке. Проделывает он это главным образом иглами ротовой стороны, концы которых снабжены тонкими зубцами. Норка эта столь мала, что животное в ней едва поворачивается. Иногда растущий еж остается замурованным в пещере и питается только тем, что заносит ему в убежище прибой.

Голотурии (*Holothurioidea*) представляют особую группу иглокожих с мягким покровом и недоразвитым скелетом. Большинство голотурий медленно ползающие по дну животные с продолговатым телом, на переднем конце которого расположен рот, окруженный щупальцами. Их тело напоминает огурец с рядами бугорков и цветком на конце. Питаются голотурии преимущественно органическими веществами и мелкими организмами, находящимися в грунте, некоторые виды планктоном. Голотурии являются промысловыми животными. Основным объектом промысла в России являются дальневосточный трепанг (Stichopus japonicus) до 20 см длиной и кукумария (Cucumaria), из которых готовит консервы. В экспозиции представлен морской огурец (Cucumaria frondoza), добытый в Индийском океане с глубины 5 метров.

Морские лилии (*Crinoidea*) наиболее древние группы иглокожих. Расцвет лилий наблюдался в палеозое и мезозое. Большинство видов известны в ископаемом состоянии. В современных морях обитают более 500 видов. Представители класса морские лилии имеют причудливую форму тела, напоминающую цветок, встречаются стебельчатые и бесстебельчатые формы. В экспозиции музея представлены отпечатки ископаемых морских лилий. Их можно увидеть в разделе палеонтологических материалов.

ПОЗВОНОЧНЫЕ ЖИВОТНЫЕ

Тип Хордовые (*Chordata*)

Наиболее примитивно организованными группами позвоночных является **класс Круглоротых (*Cyclostomata*).** По внешнему виду и отчасти по биологии они близки к рыбам, но ряд черт организации характеризует их принадлежность к особой ветви позвоночных. Круглоротые ведут полупаразитический или паразитический образ жизни. Одним из представителей является *речная минога (Lampetra fluviatilis)*, которая имеет длину тела до 40 см, обитает в морях, но для нереста заходит в реки. Идущие на нерест миноги перестают питаться, кишечник их атрофируется. Кроме весеннего хода, бывает еще большой нерестовый ход осенью. Эти миноги перезимовывают в реках и мечут икру на следующее лето.

Миноги часто присасываются к рыбам и питаются их кровью и тканями. Тело миног удлиненное, угреобразной формы без парных конечностей, покрыта голой кожей. Рот имеет присасывательную воронку, язык буравящий, с роговыми зубами.

Следующая экспозиция посвящена рыбам. Рыб делят на два класса: хрящевые (акулы и скаты) и костные рыбы (все остальные).

Класс Хрящевые рыбы (Chondrichthyes) – сравнительно немногочисленная современная группа рыб, в организации которой сочетаются примитивные черты с чертами прогрессивности. Скелет у них хрящевой. Чешуя примитивная плакоидная (мелкая чешуя, типа наждачной бумаги), реже кожа голая. Жаберных щелей – 5–7, и каждая щель открывается наружу самостоятельным щелевидным отверстием, жаберных крышек нет. Парные плавники расположены горизонтально. Плавательного пузыря нет. Оплодотворение внутреннее. Для многих видов характерно живорождение. Из хрящевых рыб в экспозиции два вида: скат-хвостокол и колючая акула.

Колючая акула или катран (Squalus acanthias). Для нее характерны колючие шипы, расположенные перед спинными плавниками. Катран распространен в умеренных водах северного и южного полушария. Эта акула обитает во все морях, омывающих берега России, кроме морей Северного ледовитого океана. Длина тела обычно около 1 м. Образ жизни стайный, держится чаще в прибрежных водах. Питается рыбой, ракообразными, моллюсками.

Скат-хвостокол (Dasyatis pastinaca) имеет широкое сплюснутое тело, отличается округлыми плавниками, сросшимися впереди рыла. У основания длинного хвоста находится зазубренная игла. Обороняясь, скат наносит этой иглой сильный удар. Скат-хвостокол распространен в умеренных и южных морях. Встречается в Азовском и Черном морях.

Подавляющее большинство современных рыб относятся к костным рыбам. **У** костных рыб (*Osteichthyes*) скелет всегда в той или иной мере

костный. Жаберные лепестки располагаются непосредственно на жаберных дужках. Всегда имеется костная жаберная крышка, прикрывающая снаружи жаберный аппарат. У большинства видов есть плавательный пузырь. У подавляющего большинства косных рыб оплодотворение наружное, икра мелкая, лишенная роговых оболочек. Живорождение встречается редко. Класс костные рыбы представлен в музее следующими видами.

Окунь обыкновенный (Perca fluviatilis) – тело окуня несколько горбатое, покрытое мелкой чешуей. Спина темно-зеленого цвета, бока – зеленовато-желтые, и по бокам проходит 5–9 поперечных полос. Первый спинной плавник серый с черным пятном на конце, второй зеленовато-желтый, грудные плавники желтые, хвостовой, анальный и брюшной плавники красные. Окуни, обитающие в лесных озерах, темные, почти черные. Длина тела до 50 см, а вес – 1,5 кг. Окуни встречаются в различных водоемах – озерах, водохранилищах, реках, проточных прудах, солоноватых озерах, но обязательно с чистой водой. Ведут стайный образ жизни. Мелкие окуньки питаются различными беспозвоночными, а крупные окуни охотятся за рыбой и земноводными.

Карась обыкновенный или золотой карась (Carassius carassius) малоподвижная и неприхотливая рыбка. Обитает в реках со спокойным течением, заросших стоячих водоемах, прудах и озерах. Питаются караси водными растениями, мелкими ракообразными, червями, водными насекомыми. Караси – очень выносливы. Они обитают в тех водоемах, где не выживает никакая другая рыба. Встречаются в водоемах, которые зимой промерзают до дна (на зиму караси закапываются в ил), а летом почти полностью высыхают. Есть два вида карасей: золотой карась, влажный препарат которого представлен в экспозиции, и серебряный карась.

У обыкновенного карася тело относительно короткое и высокое с сильно выпуклой спиной. Длина тела 35 см, а вес – до 3 кг. Спина темно-коричневая с зеленоватым отливом, бока темно-золотистые, иногда с медным отливом, парные плавники красноватые, брюхо светлое.

Язь обыкновенный (Leuciscus idus) – пресноводная рыба, длина тела около 70 см, масса до 8 кг. Анальные и брюшные плавники малиновые. Радужина глаз зеленоватая.

Плотва (Rutilus rutilus) имеет слегка уплощенное с боков тело с округлым брюшком. Спина темная, с зеленоватым оттенком, бока серебристые, брюшко белое. Грудные плавники серые с красноватым оттенком, брюшные, анальные, хвостовой и спинной плавники – красного или оранжевого цвета. Глаза оранжевые, с красным пятном в верхней части. Чешуя крупная. Длина тела плотвы может достигать 30 см, а вес – 800 г. Плотва обитает в медленно текучих реках и в озерах, предпочитает глубокие водоемы с чистой водой, избегает илистых озер и прудов. Питается водными растениями, а также мелкими моллюска и

разнообразными членистоногими. Нерестится в апреле-мае, когда вода прогревается до температуры 8^0С. Во время нереста собираются большими стаями и шумно плещутся. Икру откладывают на водную растительность, на корни ив. Зимует плотва большими стаями, собираясь в глубоких ямах. Имеет важное промысловое значение.

Стерлядь (Acipenser ruthenus) – пресноводная рыба, обычный вес и длина промысловой стерляди 0,5–2 кг и 30–65 см. Стерлядь одна из самых мелких осетровых, хотя отдельные особи могут достигать массы 16 кг при длине тела до 100–125 см. У стерляди удлиненное рыло, в боковых рядах более 55 костных жучков; каждый из четырех усиков, свешивающихся впереди рта, бахромчатый, а не одинарный, как у осетра.

Стерлядь живет постоянно в реке, весной перед нерестом поднимается вверх по течению, а на зиму скатывается в низовья рек. Стерлядь придерживается русловой придонной, обычно самой глубокой части реки, где находит свой излюбленный корм – личинок комаров, поденок, ручейников.

Севрюга (Acipenser stellatus) – проходная рыба рода осетровых. Длина до 220 см, масса до 80 кг. Рыло сильно вытянутое, уплощенное. Обитает главным образом в бассейне Каспийского, Черного и Азовского морей. Молодь питается зоопланктоном, взрослые – мелкой рыбой. Совершают длительные кормовые миграции.

Каталуфа (Priacanthus sp.). Каталуфовые имеют овальное, сжатое с боков тело, покрытое мелкой грубой чешуей: спинной плавник один, с острыми колючками в передней части. Глаза очень большие, брюшные плавники соединены перепонкой с туловищем и иногда сильно удлинены. Все каталуфовые отличаются ярко-красной однотонной окраской, на фоне которой у некоторых видов имеются темные полосы или пятна. Все каталуфы – хищники, питающиеся рыбой и ракообразными и ведущие, как правило, ночной образ жизни.

Рыба-лира (Callionymus lyra) или полосатая пескарка, достигает длины 30 см. Это донная рыба, предпочитающая илистый или песчаный грунт на глубине 20-100 м. Самец ярко и красиво окрашен, самка выглядит скромнее.

Рыба-матросик (Dascyllus sp.). Родина рыбы-матросик – коралловые рифы. Характерен контраст в окраске белоснежного и черного цветов. Длина тела 5–7 см. Матросиков содержат в аквариумах.

Долгопер восточный (Dactyloptera orientalis). Для всех долгоперов характерны непропорционально большая голова, заключенная в крепкий костный панцирь, тяжелое тело и «двойные» грудные плавники, состоящие, как и у морских петухов, из двух частей (верхней – представленной длинными лучами, которые соединены нормальной перепонкой; нижней – образованной несколькими отдельно сидящими толстыми лучами пальцевидной формы). Эти рыбы имеют еще длинный

одиночный плавниковый луч на голове перед спинными плавниками. Размеры долгоперов невелики – они не превышают 30 см в длину. Долгоперы имеют широкое распространение во всех теплых морях и отсутствуют только в восточной части Тихого океана. Они вполне съедобны и в Японии, например, используются в пищу. Тем не менее их нельзя причислить к промысловым рыбам, так как численность их невелика.

Тригла чешуйчатая (Lepidotrigla sp.). Тело тригл, или морских петухов, удлиненное, покрытое мягкой ктеноидной чешуей или костными пластинками. Голова вся покрыта костными пластинками с шипами; у многих вдоль боковой линии и у основания спинных плавников идут ряды костных бляшек. Спинные плавники имеют несколько твердых лучей. Грудные плавники длинные, их три нижних луча свободны и видоизменены в пальцевидные придатки. Они служат для передвижения по грунту и для поисков пищи, так как являются и наружными органами вкуса, позволяющими нащупать и почувствовать укрывшихся в иле моллюсков и ракообразных. Морские петухи питаются также придонными рыбами, креветками и крабами. Вообще это донные хищники, очень подвижные благодаря наличию плавательного пузыря и огромных грудных плавников, служащих при плавании планирующими плоскостями. Многие виды ярко окрашены в красные, синие, желтые, бурые и фиолетовые тона. Все они – ценные промысловые рыбы с вкусным мясом; некоторые достигают длины 60–90 см.

Все морские петухи способны издавать короткие резкие звуки, похожие на хрюканье, ворчание или храп, повторяющиеся через некоторые промежутки времени. Особенно шумными они бывают в период размножения. Подобный звук получается, если провести пальцами по надутому резиновому воздушному шарику. Тригловые распространены в тропических и умеренных морях всего мира.

Колюшка девятииглая (Pungitius pungitius) широко распространена в низовьях Енисея. Девятииглая колюшка невелика, она редко достигает длины 9 см. Её обычные размеры – 5–6 см. Способна менять окраску в зависимости от сезона. Зимой у неё голова и спинка темно-голубого цвета, а бока серебристые с небольшими черными пятнышками. В летний период спина колюшки приобретает темно-зеленый цвет, а брюшко – светло-зеленый. В период размножения бока и брюшко становятся совершенно черными, а брюшные плавники белыми. Живет преимущественно в прибрежных водах, на мелководных участках, в местах со слабым течением. Колюшка – одна из немногих рыб, у которой развитие икры происходит в специально построенном самцом гнезде.

Трехзвездчатая камбала (Pleuronektes stellatus) или тихоокеанская речная – один из наиболее широко распространенных в северной части Тихого океана видов камбал. Тело сильно сжато с боков, высокое. Глаза у

звездчатой камбалы, как правило, расположены на левой стороне тела (правосторонние особи отмечаются крайне редко). Чешуи нет. Глазная сторона тела темно-оливковая или коричневая, покрыта крупными шиповатыми звездчатыми пластинками; слепая – белая. На парных плавниках с обеих сторон яркие черные поперечные полосы. Длина звездчатой камбалы в азиатских водах достигает 58 см, масса – более 3 кг, а продолжительность жизни – до 20 лет. В прибрежных водах Калифорнии встречались экземпляры размером свыше 90 см и 9 кг. Взрослые особи ведут придонный образ жизни.

Как следует из второго русского названия – тихоокеанская речная, – эта камбала может заходить в реки и подниматься по ним на расстояние до 140–150 км от устья. Нерест звездчатой камбалы происходит недалеко от берегов в конце мая начале июня, сразу же после таянья льда. Выметанная икра развивается в толще воды, и через определенное время из нее выклевываются личинки, у которых глаза, как и у всех остальных рыб, располагаются по бокам головы. При достижении длины 15–20 мм личинки оседают на дно и претерпевают метаморфоз, в процессе которого их глаза смещаются на левую сторону тела.

Класс Земноводные или амфибии (*Amphibia*). Подавляющее большинство амфибий обитают, в зависимости от стадий жизненного цикла, то в воде, то на суше. Большинство размножаются в воде путем откладывания икры и оплодотворения ее вне тела матери (т.е. как у рыб).

Отряд Хвостатые *(Caudata, или Urodela)* представлен в музее двумя видами.

Тритон обыкновенный (Triturus vulgaris) имеет длину 8–11 см, гладкую или мелкозернистую кожу. У самцов в брачный период от затылка до конца хвоста вырастает гребень с выемками; эта плавниковая складка не прервана у основания хвоста (у гребенчатого – она прервана). Населяет мелкие озера, пруды, старицы, канавы, наполненные водой ямы в лесистой местности, где живет с весны до июня-июля, затем переселяется во влажные и тенистые места на суше. Зимует на суше в кучках листвы, в норках кротов и грызунов, под корнями деревьев и других укрытиях.

Тритон гребенчатый (Triturus cristatus) крупнее обыкновенного тритона (14–15 см). Отличается крупнозернистой кожей, оранжевого цвета брюхом с черными пятнами и характером плавниковой складки у самцов.

Отряд Бесхвостые *(Ecaudata, или Anura)* представлен в музее *озерной лягушкой (Rana ridibunda),* которая населяет разные типы водоемов, всю жизнь проводит в воде или около нее. Зеленый цвет спинки с темными пятнами и полосками хорошо скрадывают ее на берегу. Охотится среди зарослей прибрежных растений на пауков, моллюсков, насекомых, ловко схватывая выбрасывающимся языком пролетающих мимо мух, слепней, бабочек и других насекомых. В воду заходит для пополнения запасов влаги, отдыха и переваривания пищи. Зимует на дне

водоемов, выбирая глубокие участки, места выхода родников.

Лягушки являются самыми широко используемыми лабораторными животными. Их не без основания называют ветеранами среди лабораторных животных. Еще в XIX веке в прославленной Сорбонне – Парижском университете был поставлен памятник лягушкам. Еще один памятник лягушкам установлен в Японии в г.Токио. Во многих городах есть скульптуры, изображающие лягушек.

В экспозиции музея представлены экспонаты, демонстрирующие внутренне строение лягушки, характер питания и развитие земноводных.

Класс Пресмыкающиеся, или Рептилии (*Reptilia*) ведут наземный образ жизни. В связи с сухопутным существованием тело их расчленено на отделы в большей мере, чем у рыб и амфибий. В частности, выделяется шейный отдел, обеспечивающий большую подвижность головы. Конечности более мощные и более прочно укреплены.

Отряд Черепахи *(Chelonia)* представлен в музее двумя видами:

Болотная черепаха (Emys orbicularis) имеет овальный, гладкий панцирь, достигающий 25 см, оливкового цвета; брюшной щит окрашен в желтый или темно-бурый цвет. Обитает в озерах и тихих речных заводях, реже в прибрежной части более крупных водоемов. Питается преимущественно беспозвоночными животными, которых ловит в воде и на берегу, может поедать мертвых и ослабленных рыб. Охотно греется на солнце. Откладывает 5–10 яиц, покрытых известковой скорлупой, в ямку на суше. Развитие длится 2–3 месяца. После вылупления из яиц молодые черепахи роют себе небольшие ходы, где остаются до следующей весны. Взрослые зимуют на дне водоема. Половой зрелости достигают в возрасте 6–8 лет. В благоприятных условиях доживают до 25–30 лет.

Среднеазиатская черепаха (Testudo horsfieldi) или степная. Панцирь ее невысокий округлый желтовато-бурого цвета, с расплывчатыми темными пятнами. Размеры черепахи не превышают обычно 20 см. Самки в среднем заметно крупнее самцов. На передних ногах – по 4 пальца, на бедрах сзади по нескольку мелких роговых бугров.

Питается сочными побегами, листьями растений, всходами сельскохозяйственных культур (дынь, арбузов, пшеницы, хлопка и т.п.). Иногда они поедают и мелких насекомых, грызут сухие кости. Если поблизости есть вода, черепахи охотно и помногу пьют ее, особенно в жаркое время года. Однако при наличии сочной растительности они могут вовсе обходиться без воды.

В мае-июне самки откладывают по 2–5 яиц длиной по 5 см, успевая за короткий сезон сделать три кладки. В августе-октябре из яиц вылупляются черепашки и остаются зимовать в земле, выходя на поверхность лишь весной следующего года. Хотя они за зиму подрастают, но панцирь их еще мягкий, и поэтому они легко становятся добычей лис, волков, воронов, орлов. Взрослые зимуют в норах. Для этого они роют

норы самостоятельно или расширяют норы песчанок и тушканчиков. Большую часть своей жизни проводят в состоянии спячки (зимней и сезонной).

Отряд Чешуйчатые *(Squamata)* представлен следующими видами:

Геккон гребнепалый (Crossobamon eversmanni). Гекконы – мелкие и наиболее примитивные ящерицы. Характерными признаками являются приплюснутое туловище и длинные прямые пальцы, отороченные бахромой из вытянутой конической чешуи. Стройное удлиненное тело гребнепалого геккона покрыто мелкой зернистой чешуей, среди которой продольными рядами расположены более крупные округлые бугорки. По бокам головы и тела проходят широкие темные полосы, вдоль хребта располагаются темные пятна, перемежающиеся с разбросанными по спине мелкими крапинками или линиями. У молодых гекончиков лапки и основание хвоста оранжевато-лимонного цвета. Общая длина взрослых не превышает 14 см, из которых около 2/3 приходится на хвост. Гребнепалый геккон обитает в барханных и бугристых, слабо закрепленных песках, где роет неглубокие норы. Питаются мелкими насекомыми, пауками.

При передвижении геккон оставляет на песке характерные следы – звездочки. Обычно через каждые 80–100 см цепочка таких следов прерывается оставляемой опускающимся хвостом отметкой, напоминающей карандашную «птичку» на полях книги.

Геккон серый (Gymnodactylus russowi) имеет пепельно-серую или буровато-серую окраску верхней стороны тела с темными М-образными поперечными полосками. Обитает он в песчаных и глинистых пустынях, поселяясь на обрывистых склонах останцев и берегов сухих русел, в норах грызунов и черепах, в трещинах почвы, нагромождениях известняка, а также на заборах и стенах зданий. Широко распространен в пустынях Казахстана и Средней Азии. Серый геккон хорошо лазает по стволам и веткам деревьев и кустарников и легко бегает по потолку и отвесным поверхностям камней. Самка откладывает за сезон от 3 до 5 яиц, из которых спустя полтора-два месяца вылупляются молодые гекончики.

Веретеница ломкая (Anguis fragilis) – безногая ящерица, достигает в длину до 60 см (обычно меньше), более половины из которых приходится на притупленный хвост. Схваченная за хвост ящерица обламывает его и скрывается; впоследствии хвост отрастает вновь. Тело покрыто гладкой чешуей от коричнево-серого до медно-бурого цвета. С виду похожа на змей, но отличается от них наличием подвижных век. Обитает по лесным опушкам, полянам, вырубкам, скрывается в пнях, под упавшими стволами деревьев, в кучах валежника, в муравейниках, под камнями. Питается малоподвижными животными (слизнями, дождевыми червями, многоножками и т.д.). Размножается яйцами (яйцеживорождение). Яйца имеют прозрачную оболочку, которую детеныши сразу после откладки разрывают и расползаются в стороны. Зимуют группами в норах грызунов,

в пустых гнилых пнях.

Ящурка линейчатая (Eremias lineolata) Мелкая ящерица длиной тела до 52 мм и приблизительно вдвое более длинным хвостом. Основной фон верхней стороны тела песочно-серого цвета. Вдоль спины на равном расстоянии друг от друга проходят несколько (4 или 6, реже 7) бурых или темно-бурых полосок, средняя из которых, идущая по хребту, полностью или частично раздвоена. Голова сверху обычно в мелких темных пятнышках. Конечности в светлых пятнах по бурому фону. Нижняя сторона белая, у молодых – с желтым налетом. Широко распространена в Средней Азии. Укрывается в выкапываемых в песке коротких норках, норах грызунов. Питается разнообразными насекомыми. Поедает и растительную пищу. Охотится как на почве, так и на ветках кустарников. Подпрыгивая, может схватить добычу на лету.

Мабуя золотистая (Mabuya aurata) сверху коричневато-серого или бурого цвета с красивым бронзовым отливом. По этому фону вдоль спины проходят обычно четыре темные полосы, нередко разделенные на отдельные неправильной формы черточки и пятна. Широкие темные полосы расположены также по бокам головы и тела. Снизу ящерица серовато-белая или желтоватая, тогда как хвост, особенно у молодых особей, голубовато-серый. Длина ее тела с хвостом не превышает 22 см. Обычные места обитания вида представляют собой крупные обломки голых, лишенных растительности скал, каменистые склоны ущелий, нагромождения камней, сложенные из камня заборы и стены заброшенных зданий. Добычу мабуя подстерегает сидя в укрытии, и когда жертва достаточно приблизится, неожиданно выскакивает и быстро ее хватает, иногда на лету, высоко подпрыгивая в воздухе.

Уж обыкновенный (Natrix natrix) хорошо отличим темной, почти черной окраской и двумя желтыми (оранжевыми) симметрично расположенными позади висков пятнами. Чаще встречается вблизи воды. Ловко плавает. Охотится на мелких рыб. Охотно поедает также лягушек и головастиков, в жару пьет. Жертву заглатывает живьем. Способен к длительному (до 300 дней) голоданию без вреда для организма. Яйца откладывает под опавшие листья, сырой мох и т.п. Инкубация длится 5–8 недель. Молодые особи имеют длину около 15 см. Как и другие змеи, ужи линяют, сбрасывая старый чешуйчатый покров чулком. На зиму укрываются в глубоких норах грызунов и других подобных укрытиях.

Уж водяной (Natrix tessellata) сверху окрашен чаще в оливково-серый или буроватый цвет с темными пятнами; низ от желтоватого до красноватого цвета с черными прямоугольными пятнами. Яркого височного пятна нет. Длина тела может достигать 130 см. Питается главным образом мелкой рыбой, поедает также лягушек и головастиков. Образ жизни, как у обыкновенного ужа, с которым обычно соседствует. Тесно связан с водоемами. Рыбу ест чаще обыкновенного ужа.

Полоз узорчатый (Elaphe dione). Окраска спины «мраморная», сероватая или серовато-бурая; вдоль туловища обычно четыре темные полосы, по хребту расположены узкие поперечные пятна; длина достигает одного метра. Встречается в горах, степях и на лесных полянах. Охотно заходит в воду. Питается мелкими грызунами. В возбужденном состоянии кончиком хвоста часто ударяет об окружающие предметы. Ядовитых зубов не имеют, но при преследовании бросаются на человека и очень больно кусаются.

Желтобрюхий полоз (Coluber jugularis) или желтобрюх, достигает более 2 м длины и считается самой крупной змеей в Европе, а также одной из самых крупных в фауне России. Окраска верхней стороны тела бывает всех оттенков оливкового цвета, без узора. Брюхо желтое, палевое, иногда красноватое. Вокруг глаз обычно имеется желтое пятно.

Желтобрюхого полоза можно встретить в открытой степи, в полупустыне, кустарниковых зарослях возле дорог, на каменистых горных склонах и даже в болотистых местах. В качестве убежища использует трещины в земле, норы грызунов и низкие дупла. Обычно змеи очень привязаны к своим постоянным жилищам и возвращаются к ним, даже удалившись на значительное расстояние. Активен желтобрюх только в светлое время суток. Питается грызунами, птицами и их яйцами, ящерицами. Свою добычу ловит на ходу и часто поедает, даже не задушив; сильно сопротивляющихся животных убивает, придавливая своим мощным телом к земле.

Отличительная особенность поведения желтобрюхого полоза – его необычайная агрессивность. В случае приближения врага эта змея часто не пытается скрыться бегством, а сворачивается спиралью, как это делают ядовитые змеи, злобно шипит и бросается на противника; при этом может совершать прыжки до 1,5–2 м. Кусается желтобрюх больно, до крови, однако серьезного вреда нанести человеку не может.

Гадюка обыкновенная (Vipera berus) населяет смешанные леса с хорошим травостоем, лесные опушки, вырубки, берега рек и озер. Охотно заходит в воду. Гадюку можно узнать по характерной темной зигзагообразной полосе на спине, хорошо заметной у особей с серой или красновато-бурой окраской верха; от глаза до угла рта проходит темная полоса. Голова у этих змей отграничена от туловища резким шейным перехватом. Гадюка имеет небольшие размеры, редко превышающие 75 см. В республике Башкортостан нередко встречаются совершенно темные гадюки.

С каждой стороны верхней челюсти имеется по одному клыку – ядовитому зубу, соединенному с протоком ядовитой железы. При закрывании рта клыки складываются и располагаются горизонтально. Яд гадюки обладает гемолитическим действием.

Гадюки – медлительные змеи, долго лежат, греясь на солнце. На

охоту выходят в сумерках, жертву обычно подстерегают и молниеносным броском наносят укус ядовитыми зубами. Основу питания составляют мышевидные грызуны, реже мелкие птицы, птенцы, лягушки. Молодые змеи кормятся насекомыми, слизнями, дождевыми червями, сеголетками лягушек.

Половой зрелости достигают на 4–5 году жизни. В августе рождают 8–12 детенышей. Молодые линяют часто, один-два раза в месяц. Зимуют в норах грызунов, в ходах сгнивших корней деревьев, под стогами, в глубоких трещинах ниже промерзающего слоя земли. При перемещениях к местам зимовок могут образовывать значительные скопления.

Гадюка – миролюбивая змея, кусает человека только в том случае, если он наступит на нее или неосторожно схватит рукой. При невозможности скрыться она свертывается в «боевую позу» и шипит.

Гюрза (Vipera lebetina) – крупная ядовитая змея с притупленной мордой, достигающая длины до 1,6 м. Питается довольно крупными млекопитающими: песчанками, тушканчиками, крысами, молодыми зайцами, а также ящерицами и птицами. При укусе змея вводит около 50 мг яда, который по токсичности уступает только яду кобры. При укусе людей до 10% случаев могут заканчиваться смертельным исходом. Яд гюрзы используется в медицине. В Ташкенте, в Термезе есть специальные змеепитомники, где у змей добывают яд.

Стрела-змея (Psammophis lineolatum) широко распространена в пустынях Средней Азии. Для нее характерно очень тонкое тело, длиной несколько менее 1 м, желтовато-серая общая окраска с продольными рядами темных пятен или полос. При преследовании змея уползает так быстро, что человеку приходится бежать за ней. При возможности прячется в ветках кустов, на которые влезает очень быстро. За необычную стремительность и получила название – стрела-змея. Ядовита. Добычу (обычно ящериц) убивает, обвивая и сдавливая тело и кусая. Укус для крупных млекопитающих и человека безвреден.

Класс Птицы (*Aves*) – класс позвоночных животных, большинство из которых приспособились к активному полёту. Включает около 9000 видов, объединённых в 28–30 современных отрядов и 160 семейств. Распространены от Арктики до Антарктиды, большинство видов (около 80%) – в тропиках. Несмотря на значительные морфологические различия птиц разных отрядов, всех их объединяет очень лёгкое и изящное строение тела – результат их приспособленности к полёту. Одна из важнейших характеристик класса птиц – оперение, покрывающее большую часть тела. Оно выполняет главным образом функцию терморегуляции, позволяя сохранить тепло с наименьшими затратами энергии. С эволюционной точки зрения все перья (маховые, контурные и пух) являются результатом постепенной трансформации чешуй рептилий.

Отряд Гусеобразные (*Anseriformes*) представлен в музее пятью видами: свиязь, серая утка, кряква, чирок-трескунок, чирок-свистунок.

Свиязь (*Anas penelope*) – перелётная птица, лишь в некоторых местностях встречаются оседлые особи; распространена в Центральной и Северной Евразии. В Европе гнездится не южнее 50° северной широты. Свиязь зимует на юге ареала вплоть до Северной Африки. Эта речная утка размножается на болотистых землях, на торфяниках и на озёрных островках. В качестве места зимовки избирает берега морей и других солёных водоёмов. Как и все речные утки, свиязь, взлетая с поверхности воды, держит тело практически вертикально. Кормится водорослями и другими водными растениями.

Серая утка (*Anas strepera*) – перелётный и оседлый вид, встречающийся в Евразии и Северной Америке, в Европе имеет точечное распространение, особенно на юго-востоке. Предпочитает влажные участки близ пресных или солоноватых водоёмов, как, например, болота, пруды, озёра, лагуны и т.п., при условии, что они богаты водной растительностью. Серую утку редко можно увидеть на море. Гнездо устраивает в укромном месте в зарослях. После вылупления птенцы покидают гнездо, но летать они начинают в возрасте 45–50 дней. Серая утка не очень шумная, издаёт звуки, напоминающие голос обыкновенной кряквы. Питается растительной пищей, беспозвоночными, земноводными и рыбой.

Кряква (обыкновенная кряква) (*Anas platyrhynchos*) – перелётный и оседлый вид, существует 7 подвидов, встречающихся практически на всех континентах, обитатель водоёмов. В Европе распространён до арктического пояса. Зиму проводит южнее, вплоть до Северной Африки. Кряква устраивает гнездо на земле, иногда в дуплах деревьев или искусственных дуплянках. Как и другие речные утки, кряква может взлетать с поверхности воды без разбега. Всеядна, пищу разыскивает на мелководье, опуская в воду голову или же, приняв вертикальное положение, погружая в воду переднюю часть тела.

Чирок-трескунок (*Anas querquedula*) – перелётный вид, мигрирует на длинные дистанции, широко распространён в Евразии. В Европе ареал фрагментарный, особенно в юго-западной части. Зиму проводит на африканском континенте, на юге Сахары. Гнездится на заросших высокой травой берегах прудов, болот, озёр и рек, иногда на пашнях. Довольно редко его можно наблюдать на море.

Самец издаёт характерный «потрескивающий» звук. Вне периода гнездования чирок-трескунок сбивается в стаи. Он менее осторожен по сравнению со многими другими утками. Полёт быстрый, однако, взлетая, держит тело не настолько перпендикулярно, как чирок-свистунок. Питается растительной и животной пищей, которую добывает с поверхности или же частично погружаясь в толщу воды.

Чирок-свистунок (*Anas crecca*) – перелётный вид, в некоторых местностях встречаются оседлые особи, существует три подвида, распространённые в северных частях Евразии и Америки. В Европе обитает чаще всего к северу от 45° северной широты. Зиму проводит на юге ареала вплоть до Средиземноморья и Центральной Африки. Выбирает влажные участки близ пресных водоёмов и болот, однако может гнездиться на сырых лесных полянах, зачастую находящихся вдалеке от воды, или же в горных районах.

Стайная птица, летает быстро на небольшой высоте. Самец издаёт характерную мелодичную трель, самка же, в свою очередь, резкие и пронзительные звуки. Животную и растительную пищу находит в воде, кормится преимущественно в ночное время. Как и другие речные утки, чирок-свистунок взлетает, держа тело перпендикулярно к поверхности воды.

Отряд Ржанкообразные (*Charadriiformes*) в фондах музея представлен одним видом – *черноголовый хохотун* (*Larus ichthyaetus*). Распространение мозаичное, колонии встречаются от Крыма до Монголии. Основная часть гнездового ареала находится в Средней Азии. В России гнездится на побережьях Азовского и Каспийского морей, на озере Маныч, а также на юге Западной Сибири. В негнездовое время все чаще встречается на Волге, к северу до Казани. Образует колонии исключительно на островах, численностью от нескольких десятков до нескольких тысяч гнёзд. Гнездо обычно с выстилкой из водорослей, сухих трав или перьев. Кладка из 1–3, реже 4 яиц. Питается преимущественно рыбой (немцы называют её Fischmoewe, «рыбной чайкой»), но особенно в гнездовое время поедает также мелких грызунов, птиц, рептилий, насекомых, яйца и падаль.

Отряд Аистообразные, или голенастые (*Ciconiiformes*) также представлен в фондах одним видом – *серая цапля* (*Ardea cinerea*). Встречаются перелётные, кочующие и оседлые особи. Вид представлен 4 подвидами, распространёнными в Евразии, Африке и Индонезии. Гнездится в самых разнообразных местах: по берегам пресных и солёных водоёмов, в пойменных лесах, около окружённых деревьями полей, в парках, чаще всего на высоте менее 500 метров над уровнем моря.

Серая цапля – колониальная птица, с февраля по апрель сооружает довольно крупное гнездо на деревьях или посреди тростниковых зарослей. Откладывает 4–5 яиц синеватого цвета, которые родители высиживают по очереди около 25–26 дней. Молодые птенцы покидают гнездо примерно через месяц после появления на свет и начинают летать через такой же период времени. В год одна кладка. Обычно молчаливая птица, в период гнездования серая цапля становится шумной, издаёт громкие гортанные звуки. Полёт сильный, осуществляется при помощи медленных и глубоких взмахов крыльев, при этом голова и шея втянуты в плечи, а ноги

выступают из-за хвоста. Рацион разнообразен и, вероятнее всего, зависит от среды обитания: рыба, земноводные, пресмыкающиеся, мелкие млекопитающие и беспозвоночные.

Отряд Соколообразные (*Falconiformes*).

Ястреб-перепелятник (*Accipiter nisus*) – перелётный, кочующий и оседлый вид, обитает преимущественно в лесных местностях и распространён почти по всей Евразии. Ястреба-перепелятника называют ещё и малым ястребом. Самки ястреба-перепелятника почти вдвое крупнее самцов. Летает быстро и низко между деревьями и кустарниками. Добычу ловит в воздухе или разглядев её на земле. Рацион состоит почти исключительно из мелких птиц, которых ястреб-перепелятник ощипывает на земле. Издаёт быстрый крик подобно «кик-кик-кик», но очень редко.

Кобчик (*Falco vespertinus*) – перелётный вид, мигрирует на длинные дистанции, распространён в центральной и южной частях Евразии. Зимует в Южной Африке. Предпочитает открытые, поросшие травой пространства: необработанные земли или пашни, перелески, рощицы, оросительные каналы и заболоченные участки. Гнездится колониями или отдельными парами. Обычно занимает старые гнёзда врановых, куда в апреле откладывает 3–4 яйца кремового цвета, часто покрытых бурыми пятнами. Питается преимущественно крупными насекомыми, особенно майскими жуками. Когда охотится, летает низко, часто планирует.

Дербник (*Falco columbarius*) – хищник, самый маленький представитель семейства соколиных, размеры птицы варьируются в диапазоне от 24 до 30 сантиметров, самки заметно крупнее самцов. Предпочитает редколесья, опушки, окраины болот, пересеченную местность, а в степной зоне – лесополосы, заросшие балки. Сплошных густых лесных массивов избегает. Охотится в основном на мелких птиц, рацион могут составлять и грызуны. Часто охотятся парами. Очень манёвренен, подобно ястребам, преследует добычу в воздухе, кронах деревьев и кустарников, на земле. Поскольку многие мелкие воробьиные птицы, которые являются основной добычей дербника, с наступлением холодов мигрирует на юг, то и соколам приходится покидать насиженные места и отправляться вслед за своими потенциальными жертвами.

Полевой лунь (*Circus cyaneus*) – оседлый и перелётный вид, включает 3 подвида, распространённых в северной и центральной частях Евразии и в Америке. В южной части Европы отсутствует. Зимует на юге ареала, вплоть до Северной Африки. Как и другие родственные виды, населяет открытые, поросшие травой пространства, расположенные в лесных, кустарниковых или заболоченных районах. В период зимовки его можно наблюдать в болотистых местностях, близ пахотных земель и на больших горных лугах. Гнездо строит на земле, откладывает 4–6 яиц, которые в течение 29–31 дня насиживает самка. Летает обычно низко, чередуя машущий полёт с планированием. Рацион состоит почти исключительно из

птиц и млекопитающих, которых он ловит на земле.

Отряд Курообразные (*Galliformes*) представлен в музее пятью видами.

Глухарь (*Tetrao urogallus*) – оседлый вид, имеющий 4 подвида, встречающихся в Северной Евразии. В Европе, помимо северной её части, наблюдается также в горах юга. Обитатель лесов различного типа: хвойных, широколиственных, смешанных, горных и равнинных, предпочитает влажные, разновозрастные или зрелые леса, на высоте до 2 тыс. метров над уровнем моря. Глухарь – полигамная птица. С февраля по апрель самцы собираются в привычных местах токования. В начале мая самка откладывает, как правило, 7–9 яиц. Взлетает шумно, чередует машущий полёт с планированием. Рацион состоит главным образом из растительной пищи, более разнообразен весной и осенью.

Серая куропатка (*Perdix perdix*) – оседлый, в некоторых местностях кочующий вид. Имеется 8 подвидов, распространённых в Европе, Центральной и Западной Азии и в Северной Америке.

Гнездится по равнинам и холмам в степных районах, по пустырям и на полях, как правило, на высоте менее 1000 метров над уровнем моря. Предпочитает участки, где открытые пространства чередуются с кустарниками, живыми изгородями, виноградниками, садами.

В осенне-зимний период образует стаи, питается растительной пищей, которую собирает на земле. Стайка взлетает с шумом, полёт низкий и довольно быстрый. Серая куропатка чередует машущий полёт с планированием, во время которого выгибает крылья дугой.

Тундряная куропатка (*Lagopus mutus*) – населяет тундры и высокогорья Евразии и Северной Америки (Аляска, север Канады). В европейской части России обитает на Кольском полуострове, северном Урале, а также на островах архипелага Земля Франца-Иосифа.

Осенью и зимой держится небольшими стаями, группами. Токование включает полёт по сложной траектории с подъёмом и спуском, а также демонстрации вблизи самки на земле. Зимой спит в снеговой камере. Выбором и охраной гнездового участка занимается самец, а строительством гнезда и насиживанием – самка. Некоторые самцы принимают участие в вождении выводка.

Перепел обыкновенный (*Coturnix coturnix*) – перелётная птица, имеющая 5 подвидов, встречающихся в Евразии и Африке. В Европе имеет равномерное распространение, за исключением северо-западной её части. Зиму проводит в Африке, меньшее число особей – в Средиземноморье.

Встречается на открытых, поросших травой территориях, необработанных или пахотных землях, пастбищах, пойменных лугах на высоте до 2 тыс. метров.

Вне гнездового периода образует стайки, питается преимущественно растительной пищей. Перепела достаточно шумные птицы. Чаще всего в

повседневной жизни они издают звонкий, ритмичный звук «пуль-пуль». Однако в брачный период трель самца приобретает резкий сигнал, который называется «перепелиным боем». При этом самец издает либо «вить-вильвить», либо «поть-полоть». В промежутках между этими песнями птица повторяет негромкое воркование «ва-вау».

Курица, или домашняя курица (*Gallus gallus domestica*). Считается, что домашние куры произошли от диких банкивских кур (*Gallus gallus*), обитающих в Азии. В мире существует множество пород кур, различных по виду, окраске, особенностям разведения и направлению использования. У различных пород яйца имеют разный цвет: белый, коричневый, голубой, красный). В настоящее время в европейском стандарте по птицеводству числятся около 180 пород кур. Однако в целом на Земле их гораздо больше.

Отряд Куликообразные (*Charadriiformes*) представлен в музее четырьмя видами.

Обыкновенный чибис (*Vanellus vanellus*) –перелётный, в некоторых местностях оседлый вид, фрагментарно распространённый в Евразии. Основная часть европейского ареала находится к северу от 45° северной широты. Зимует на юге ареала, вплоть до Северной Африки. Образует колонии, гнездится на открытых, поросших травой участках, сырых или временно затопленных, например, на болотах, больших сырых лугах, рисовых полях.

Гнездо устраивает на голой земле или в траве. Откладывает обычно 4 буро-рыжих с тёмными пятнами яйца, которые насиживают оба родителя. Наиболее типичный крик чибиса (издаёт при беспокойстве) – двусложный носовой свист, приблизительно передаваемый словами «Чьи вы? Чьи вы?». Рацион состоит из разнообразных беспозвоночных и растительной пищи. Объединяется в многочисленные стаи, которые совместно перемещаются в поисках пищи.

Турухтан (*Philomachus pugnax*) –перелётная птица, встречающаяся в Северной Евразии. В Европе занимает северо-восточные районы, распространена разрозненно вплоть до атлантического побережья Франции, севернее 50° северной широты. Зимует в Африке и на Среднем Востоке, меньшее количество на европейском побережье Атлантики и Средиземного моря. Предпочитает большие влажные или заболоченные луга, болота и зону тундры и лесотундры. Зимой турухтана можно также наблюдать по берегам солёных водоёмов.

Гнездится в высокой траве, насиживанием занимается только самка. Летает турухтан быстро, в полёте способен неожиданно менять траекторию, в промежутках между чёткими и ритмическими взмахами крыльев совершает длинные планирования, которые предшествуют приземлению. У турухтана есть интересная особенность: самцы в брачном наряде имеют на шее пышное украшение из перьев разного цвета: чёрных,

белых, бурых, рыжих. У каждого кулика форма и окраска этого «воротничка» разная, довольно сложно найти несколько птиц со сходными украшениями. Весной турухтаны собираются на токах, где самцы демонстрируют свои наряды, дерутся и стараются привлечь внимание самок. Голос турухтана – тихий скрипучий крик, напоминающий кряканье. Питается членистоногими, моллюсками, кольчатыми червями и некоторыми растениями.

Чернозобик (*Calidris alpina*) – перелётный вид, имеющий 9 подвидов, распространённых в северной части Евразии и в Северной Америке. В Европе ареал не заходит на юг дальше 51° северной широты. Зимует вдоль побережья Атлантики и Центральной и Северной Африки, а также на берегах Средиземного моря.

Гнездится в тундре, в холмистых и прибрежных районах, зимует на морских побережьях. Летает быстро и обычно многочисленными группами, как бы «облаком». Может питаться как животной пищей, так и растительной, это зависит от мест обитания и времени года. Основной пищей служит все же животная пища, а именно черви, жуки, стрекозы, личинки, ракушки, улитки, моллюски. Может питаться головастиками, ракообразными. Растительная пища включает в себя семена, водоросли.

Перевозчик (***Tringa hypoleucos***) – перелётная птица, распространённая в Евразии. Можно встретить вдоль Уральских гор. Зиму проводит на атлантическом и средиземноморском побережье Европы, в Африке и на Среднем Востоке. Водится на внутренних водоёмах: на галечных и илистых берегах рек, каналов, озёр, лагун, на болотах. Предпочитает проточные водоёмы с быстрым течением. Когда птица сильно взволнована, она начинает нервно перелетать с одного берега реки на другой, словно перевозит кого-то (что-то) туда-сюда. Поэтому и получила такое название.

Гнездо устраивает на земле, яйца, поочерёдно насиживают оба родителя. Когда передвигается по земле, смещает вперёд центр тяжести, тело его при этом волнообразно покачивается. Издаёт, в основном в полёте, звонкую трель. Питается различными мелкими беспозвоночными, реже – растительным кормом.

Отряд Голубеобразные (*Columbiformes*) представлен одним видом.

Сизый голубь (*Columba livia*) – оседлый вид, встречается на всех континентах. В Европе синантропные голуби – обычная птица. «Дикие» формы встречаются гораздо реже, например, в Италии дикие популяции встречаются на скалистых морских побережьях, в горах на юге. В России дикие популяции распространены на побережье Азовского моря, на Кавказе, Южном Урале, возможно, в горах Алтая. «Дикие» голуби гнездятся в основном по каменистым морским и горным обрывам, в гротах, пещерах. Синантропная форма предпочитает чердаки и карнизы жилых строений, колокольни, башни.

Птица колониальная, в городах может гнездиться круглогодично, но обычно с марта по июль. Гнездо примитивное: состоит из немногих небрежно сложенных веточек и прутиков. Откладывает обычно 2 белых яйца, которые насиживают оба родителя 16–19 дней. Птенцы вылетают из гнезда на 35–37-й день жизни. За год успевают сделать до пяти кладок, а то и больше. Полёт быстрый, маневренный. Основу питания «диких» голубей составляют семена растений, а синантропных – всевозможные пищевые отходы.

Отряд Совообразные (*Strigiformes*) представлен тремя видами.

Серая, или обыкновенная, неясыть (*Strix aluco*). Вид оседлый. Внутри вида выделяют 11 подвидов, населяющих Евразию и Северную Африку. Европейский ареал не превышает на север 65-й параллели.

Поселяется в различного типа лесах: лиственных, смешанных и хвойных. Гнездится также в городах, где есть подходящие для гнездования места (парки, чердаки и пр.) и корм. Предпочитает устраивать гнездо в дуплах старых лиственных деревьев, реже занимает брошенные гнёзда других птиц. Высотное распространение ограничивается лесной зоной.

Охотится в ночное время. Корм включает различных млекопитающих (мышей, полёвок, крыс, белок и пр.), птиц – мелких и размером с сойку. Голос – легко узнаваемое протяжное «хуу...», слышен издалека. Полёт медленный, с редкими, глубокими взмахами крыльев.

Ушастая сова (*Asio otus*). Вид перелётный, кочующий, местами оседлый. Шесть подвидов распространены в Евразии, Северной Америке, на востоке Центральной и в Северной Африке. Европейский ареал в основном не заходит на север дальше 65-й параллели. Северные популяции зимуют на юге ареала, южные – оседлые.

Частый обитатель широколиственных и хвойных лесов, тополевых рощ, сосновых посадок, городской и пригородной зоны. Любит гнездиться около перелесков, лугов, полян и пр., так как использует открытые участки ландшафта для охоты. Высотное распространение ограничено горными лесами. Иногда селится в колониях цапель (так называемых «цапельниках»).

С конца февраля по май в старые гнёзда врановых и хищников, реже на земле и в дуплах, откладывает 3–5 белых яиц, которые насиживаются самкой 25–30 дней. Птенцы покидают гнездо в возрасте около месяца. В год возможны две кладки. Охотится ушастая сова в ночное время. Питается в основном мышевидными грызунами, теми, которые в данной местности наиболее многочисленны. Звуки издаёт различные, характерно глухое, прерывистое «гу-гуу».

Отряд Стрижеобразные (*Apodiformes*) представлен одним видом – *чёрный стриж* (*Apus apus*). Вид перелётный, широко распространённый. Включает 2 подвида в Евразии и Северной Африке. В Европе ареал не заходит севернее 70-й параллели. Зимует на юге Центральной Африки.

Поселяется в малых и больших городах, под крышами домов, по скалистым берегам, гротам, в дуплах деревьев. На Корсике занимает дупла сосен.

В апреле-мае откладывает 2–3 белых яйца, которые насиживают оба родителя 19–27 дней. Птенцы вылетают на 37–56-й день жизни. В год одна кладка. Неутомимый летун, стриж проводит в воздухе большую часть своей жизни. Под крыши домов и на другие вертикальные поверхности присаживается только во время гнездового периода или для кратковременного отдыха. Лапы короткие, не позволяют нормально ходить и взлетать с земли. Полёт быстрый, время от времени стриж головокружительно пикирует, может развивать скорость до 200 км/ч.

Отряд Дятлообразные (*Piciformes*) также представлен одним видом – *большой пёстрый дятел* (*Dendrocopos major*). Вид оседлый, местами кочующий. Имеет более 20 подвидов в Евразии и Северо-Западной Африке. В Европе обычен, распространение однородное.

Обитатель разного типа лесов: хвойных, лиственных, смешанных, с большим количеством мёртвых, больных и старых деревьев, удобных для гнездования и добычи корма. Обычен также в городских парках, посадках, аллеях.

В апреле в выдолбленное дупло откладывает 4-6 белых блестящих яиц, которые насиживаются в основном самцом 11–13 дней. Птенцы покидают дупло спустя три недели после появления на свет. В год одна кладка. В отличие от зелёного дятла на землю спускается редко. Питается насекомыми, ягодами, семенами. Иногда поедает яйца других лесных птиц. Во время брачных игр оба партнёра гоняются друг за другом по спирали вдоль древесных стволов.

Отряд Воробьинообразные (*Passeriformes*) самый многочисленный в экспозиции музея представлен тридцатью пятью видами.

Деревенская ласточка (*Hirundo rustica*) – вид перелётный, представлен 6 подвидами в Евразии, Северной Африке и Северной Америке. В Европе ареал в основном не заходит севернее 67-й параллели. Зимует главным образом в Центральной и Южной Африке. Населяет различные местообитания с обилием корма и пригодными для гнездования местами, тяготеет к культурным ландшафтам: деревням (особенно с большим количеством скота), одиночным постройкам, городам. Исходно – горный вид.

Гнездится группами или отдельными парами. С апреля откладывает 4–5 белых в тёмную крапинку яиц, которые насиживает в течение 11–19 дней самка. Птенцы вылетают на 18–23-й день жизни. В год бывает 2–3 кладки. Полёт ласточки лёгкий и изящный, с чередованием резких взмахов крыльев и планирования, с ускорением и неожиданными скольжениями. Голос – звонкий щебет; тревожась, издаёт характерный звонкий крик. На отдыхе и во время сна ласточки часто стайками рассаживаются на

проводах. Питается летающими насекомыми.

Городская ласточка, или воронок (*Delichon urbica*). Вид перелётный, мигрирует на большие расстояния. Пять подвидов встречаются в Евразии и Северной Африке. В Европе отсутствует только в Исландии и на крайнем севере. Зимует в Африке. Обитатель культурных ландшафтов. В городах гнездится под крышами, балконами, карнизами, портиками зданий. Встречается также в горной местности (исходные местообитания) и на скалистых участках побережья, где занимает гроты, ущелья, каменистые отвесные стены.

Гнездится преимущественно колониями. С мая откладывает 3–5 белых, иногда с розовыми пятнами яиц, которые насиживает пара в течение 14–16 суток. Птенцы становятся лётными на 22–32-й день жизни, но ещё часто возвращаются в гнездо, чтобы их покормили, и на ночёвку. В год две кладки. Городскую ласточку можно часто наблюдать парящей в вышине, с короткими сериями машущего полёта. Песенка – звонкое, приятное щебетание. Любит отдыхать на проводах и ветках деревьев. Основной корм – беспозвоночные, которых добывает в воздухе на средней высоте, занимая промежуточное положение между чёрным стрижом, летающим гораздо выше, и деревенской ласточкой, которая держится ближе к земле.

Лесной конёк (*Anthus trivialis*) –перелётный вид, мигрирующий на большие расстояния, с тремя подвидами в Евразии. В Европе обычен, но в южных частях встречается локально в небольшом количестве. Зимует в Африке к югу от Сахары. Обитатель открытых и солнечных ландшафтов: гор, редких, светлых лесов, вырубок, опушек, полян, степных перелесков, лесных болот. В некоторых местах встречается совместно с горным коньком.

Гнездо на земле в небольшой ямке под прикрытием растений. В конце апреля откладывает 4–5 яиц, окраска которых сильно варьирует. Насиживает самка, в течение 12–14 дней. Птенцы вылетают из гнезда через две недели после вылупления. В год 1–2 кладки. Лесной конёк ведёт одиночный образ жизни, но во время миграций может объединяться в небольшие стайки. Насекомоядная птица. В полёте издаёт короткие резкие позывки.

Белая трясогузка (*Motacilla alba*) – вид перелётный и оседлый, с 11 подвидами в Евразии и Северной Африке (Марокко). Локально представлен на Аляске и в Гренландии. В Европе отсутствует на некоторых островах Средиземного моря, таких как Сардиния и Корсика. Зимует на юге ареала, вплоть до Центральной Африки. Обитатель различных ландшафтов, но всегда держится недалеко от воды, реже населяет сухие территории. Гнездится также в населённых пунктах.

Гнездо располагает в разнообразных местах: в ямке на земле, в нишах стен, поленницах, дуплах деревьев, на речных откосах, под

черепицей крыш и тому подобное. С конца марта откладывает 4–6 беловатых в серую точку яиц. Обе птицы насиживают в течение 11-14 дней. Птенцы находятся в гнезде 13–14 суток после вылупления. В год две, а то и три кладки. Полёт очень скачкообразный. Позывка – мягкий металлический звук. Питается различными беспозвоночными и личинками.

Сорокопут-жулан (*Lanius collurio*) – дальний мигрант с 3 подвидами в Евразии. В Европе отсутствует в крайних северных и южных регионах. Зимует в Центральной и Южной Африке. Обитатель открытых ландшафтов: возделываемых земель, пустырей, лесополос, редколесий. Локально встречается на виноградниках, оливковых рощах, в маквисе, городских парках, садах и огородах. Гнездо устраивает обычно на кустах и лианах. Питается насекомыми и другими беспозвоночными, рептилиями, мелкими птицами и млекопитающими.

Камышовка-барсучок (*Acrocephalus schoenobaenus*) – перелётный вид, мигрирующий на длинные дистанции, распространён в Евразии. Зимует в Африке на юге Сахары. Обитает в густых зарослях околоводных растений и кустарников, в основном низкорослых ив, по краям озёр, прудов и болот. Во время миграций иногда наблюдается на возделываемых землях, удалённых от воды.

Гнездо – в болотной растительности, располагает у земли или прямо на ней. Камышевка-барсучок предпочитает не покидать заросли болотной растительности. Поёт, сидя на верхушке стебля или во время характерного территориального полёта. Песня разнообразная и продолжительная, включающая подражание другим птицам, бормотания, скрипы, трески, свисты, дребезжания. Корм отыскивает среди водных растений, а также на хлебных полях, в кустарниковых зарослях; во время ловли насекомых (составляющих основу рациона) передвигается как «мышь».

Болотная камышовка (*Acrocephalus palustris*) – перелётная птица, дальний мигрант. Распространена в Европе и Азии до Средней Сибири. В Европе отсутствует в западных регионах. Зимует в Северной Африке. Обитатель влажных территорий или относительно сухих участков, но обязательно с густыми травянистыми и кустарниковыми зарослями; также встречается в береговой зоне, по оврагам, лугам с достаточным количеством высокой растительности, в заросших тростником ивняках, в кустарниках по лесным опушкам.

В травостое устраивает чашеобразное, несколько углублённое гнездо, в которое с конца мая откладывает от 3 до 5 яиц. Насиживание осуществляется обоими родителями в течение 12–14 дней. Птенцы становятся лётными на 10–11-й день жизни. Ежегодно бывает одна кладка. Летает неохотно, короткими отрезками, порхает, быстро взмахивая крыльями, ловко передвигается среди густой растительности, отыскивая добычу в травостое или на земле. Основным кормом являются насекомые,

черви и различные улитки.

Садовая камышовка (*Acrocephalus dumetorum*) – обычный гнездящийся перелётный вид большей части Европейской России, в западных и северо-западных районах менее обычна. Весной появляется в средней полосе в мае, отлетает в августе. Обитает в сыром мелколесье, в садах и на опушках.

Гнездо типичной для камышёвок конструкции в виде плотной толстостенной чашечки из растительных материалов с выстилкой из тонких волокон и конского волоса подвешивает на вертикальных стеблях или веточках кустов невысоко над землёй в густой растительности, оплетая их гнездовым материалом.

Корм – в основном состоит из подвижных насекомых – собирает с растений, изредка совершает короткие охотничьи взлёты. Перед началом осенней миграции может включать в рацион мелкие плоды.

Серая мухоловка (*Muscicapa striata*) – дальний мигрант с 6 подвидами в Евразии и Северной Африке. Птица распространена по всей Европе, ареал местами разорван. Зимует в Центральной и Южной Африке. Обитатель лесных опушек, сельской и дачной местности, садов, огородов, виноградников, городских парков, лесополос, в том числе селится вдоль автомобильных дорог, побережий с кустарниковой растительностью.

Гнездится на неровных поверхностях или деревьях: карнизах, капителях, балках, выступах, фонарях, в нишах, дуплах, на больших ветвях, пнях, в старых гнёздах других птиц, в вазонах для цветов и тому подобное. С мая откладывает 4–6 яиц кремового цвета с ржавчинными пятнышками. Кладку насиживает в течение 12–14 дней самка. Птенцы вылетают на 12–16-й день после вылупления. В год две кладки. Питается преимущественно насекомыми.

Мухоловки оправдывают свое название, потому что это очень хорошие ловцы мух. Охотятся птицы своеобразно: птица занимает удобное место на ветке, так чтобы листва ее прикрывала и периодически подскакивает наверх, хватает пролетающую мимо муху и возвращается обратно в засаду.

Мухоловка-пеструшка (*Ficedula hypoleuca*) –дальний мигрант с 4 подвидами в Евразии и Северной Африке. В Европе – обычная птица, за исключением западных и южных частей, где ареал разорванный. Зимует в Центральной и Западной Африке. Обитатель лиственных и хвойных лесов с развитым подлеском, крупных садов и парков со старыми деревьями. Во время миграций наблюдается также в культурном ландшафте: оливковых рощах, фруктовых садах, в лесопосадках, аллеях, в пойменных зарослях.

Гнездится закрыто, занимая старые дупла дятлов или искусственные дуплянки, за обшивками стен и в прочих закрытых углублениях. С конца апреля откладывает обычно 6–7 яиц, насиживаемых самкой 13–15 дней. Мухоловка-пеструшка обладает беспокойным нравом; сидя, нервно

трепещет крыльями и хвостом, как будто вот-вот взлетит. Полёт быстрый и скачкообразный. Шумная, особенно во время осенних миграций, поиска пищи. общается при помощи коротких сухих настойчиво повторяющихся монотонных позывок, обеспечивающих контакт в перемещающейся стайке. Токовая песня – торопливая громкая горловая трель. Питается преимущественно насекомыми, которых ловит, взлетая с присады, на земле или в кроне.

Дрозд белобровик (*Turdus musicus*) – птица, не боящаяся холода, этот вид дроздов рано прилетает и поздно улетает с места гнездования. В общей сложности белобровик пребывает в этих местах около полугода. Начало прилёта птиц зависит от погодных условий и могут варьироваться от одной до трёх недель. Как правило, массовые прилёты в места гнездования начинаются в апреле и заканчиваются в начале мая.

Для белобровиков характерно размещать гнездо близко к земле. Если только имеется надёжная маскировка и опора, птицы с удовольствием устраивают там гнездовье. Самка откладывает от 3 до 6 яиц, крайне редко больше 7 или меньше 3. Питание белобровиков состоит, в основном, из насекомых, дождевых червей, различных бабочек и гусениц.

Дрозд певчий (*Turdus philomelos*) – вид перелётный и оседлый, с 4 подвидами в Евразии. Европейский ареал в основном не заходит южнее 42° северной широты. Зимует на юге ареала, вплоть до берегов Средиземного моря и Северной Африки. Обитатель хвойных и широколиственных и смешанных лесов, богатых полянами, расположенных в т.ч. и высоко в горах. Локально гнездится в городских парках и садах.

В марте-апреле самец начинает петь и устраивает токовые демонстрации перед самкой. Голос звучный, сильный, далеко разносится по округе. Песню певчего дрозда можно условно передать словами «Филипп, Филипп, приди чай пить, чай пить! С сахаром, с сахаром...», причём каждое «слово» может повторяться неоднократно. Гнездо располагается на дереве, откладывается обычно 3–5 яиц голубого цвета с тёмными пятнышками. Насиживание самкой длится около 13 дней. В год 2–3 кладки. Питается животным и растительным кормом.

Дрозд деряба (*Turdus viscivorus*) – вид оседлый и перелётный, представлен 3 подвидами в Евразии и Северо-Западной Африке. Европейский ареал не заходит на север дальше 68° северной широты. Зимует на юге ареала вплоть до берегов Средиземного моря. Обитатель хвойных, широколиственных и смешанных лесов, лесопосадок, выбирает опушки, лесные поляны, просеки, на которых ищет корм. Местами наблюдается в садах и городских парках. Питается животным и растительным кормом.

Дрозд-рябинник (*Turdus pilaris*) – вид перелётный, оседлый и кочующий, широко распространён в Евразии. В России один из самых

обычных видов дроздов. Зимует на юге ареала, вплоть до берегов Средиземноморья. Обитатель лесов, лесистых равнин, холмов и гор, богатых полянами. Местами встречается в садах и городских парках. Зимой предпочитает культурные ландшафты.

Гнездится немногочисленными разреженными колониями, на дереве, часто в развилке или у ствола, гнездо крупное чашеобразное, в качестве строительного материала использует растительные стебли и землю. Объединяется в стаи, особенно в зимнее время, когда шумные группы дроздов кочуют в поисках корма. В летнее время питается в основном различными беспозвоночными, а в осенне-зимний период – плодами.

Горихвостка обыкновенная (*Phoenicurus phoenicurus*) – птица перелётная, мигрирует на большие расстояния, имеет 2 подвида в Евразии и Северной Африке. В Европе вид обычен, за исключением крайних южных регионов, где ареал мозаичен. Зимует в тропической Африке. Обитатель светлых лесов с полянами и старыми дуплистыми деревьями, встречается также в садах, огородах, парках, в городах, заброшенных индустриальных зонах.

Занимает естественные и искусственные дупла. С конца апреля самка откладывает 5–7 небесно-голубых яиц и насиживает их примерно 12–14 дней. Птенцы вылетают на 14–15-й день жизни. В год до двух кладок. Полёт лёгкий, иногда быстрый и уверенный. Обыкновенная горихвостка – подвижная птичка, характерно подёргивает хвостом и крыльями. Насекомоядная.

Зарянка (*Erithacus rubecula*) – вид перелётный и оседлый, представлен 8 подвидами в Евразии, на островах восточной части Атлантики и в Северной Африке. Европейский ареал в основном не заходит севернее 63° северной широты. Зимует на юге ареала, вплоть до Северной Африки. Населяет лесную зону: лиственные, хвойные и смешанные леса. Иногда, особенно во время пролёта и зимовки встречается в населённых пунктах.

Гнездо располагает во всевозможных укрытиях на земле, в дуплах, нишах. В год до двух кладок. Как и прочие дроздовые, легко передвигается по земле. Доверчивая и любопытная птица. Нетерпима к сородичам, жёстко охраняет собственную территорию. Зарянка – насекомоядная птица, включающая в рацион также ягоды и семена.

Соловей обыкновенный (*Luscinia luscinia*) – ареал обитания преимущественно умеренные широты Восточной Европы и Западной Сибири. В Европейской России – от севера степной зоны до южной, местами – до средней тайги. На большей части ареала обычен. Зимует в юго-восточной Африке. Птицы довольно скрытные, предпочитают держаться в гуще зарослей. Прилетают в период распускания листвы на деревьях и кустарниках. Типичные местообитания – густые и тёмные заросли черёмухи, ольхи и ив в речных поймах и долинах ручьёв,

заросших крапивой, хмелем и другой влаголюбивой высокой травой. Поселяются в запущенных, заросших кустами и травой парках, садах, на кладбищах, в лиственных лесах.

Гнездо устраивают на земле, в гуще леса, кустов, высокой травы. В кладке 3–6, обычно 4–5 яиц. Их окраска очень тёмная, оливковая, оливково-коричневая или зеленовато-бурая, всегда однотонная. Насиживает кладку только самка 13–14 дней. Самец не кормит самку, а продолжает петь. Птенцов выкармливают вдвоём. Птенцы сидят в гнезде 11–13 дней, начинают летать в возрасте 18–19 дней. Пищей служат разнообразные насекомые, пауки, мелкие черви и другие беспозвоночные, которых собирает главным образом на земле среди влажной опавшей листвы, кустов и высокотравья. Охотно едят ягоды.

Синица-ремез (*Remiz pendulinus*) – предпочитает селиться в зарослях по берегам рек, озёр и болот. Период размножения продолжается с мая по июнь. Самец строит несколько пушистых, круглых гнёзд из растительных волокон, пуха и семян на свисающих над водой ветвях. Гнездо в форме сумки примерно. Самка выбирает себе лучшее гнездо, помогает в последних приготовлениях и откладывает затем от 5 до 8 яиц. Примерно через 2 недели вылупляются птенцы. Ремез может иметь несколько партнёров. Ремез ищет себе корм преимущественно на деревьях, в кустарниках, кустах и в камыше. Он питается насекомыми, пауками и семенами.

Воробей домовый, или городской (*Passer domesticus*) – интродуцирован на всех материках (за исключением Антарктиды) и большинстве островов. Северные пределы распространения ограничены зоной субарктики, в арктических посёлках гнездится спорадически. На большей части территории России распространён повсеместно, будучи тесно связанным с антропогенными ландшафтами. Является одной из самых многочисленных птиц населённых пунктов и разнообразных антропогенных ландшафтов.

В силу очень тесной привязанности к человеку ведёт почти исключительно оседлый образ жизни. Часто поселяется разрозненными колониями или небольшими поселениями. Предпочитает гнездиться в закрытых полостях и нишах различных построек и сооружений человека. В кладке 4–6 беловатых с зеленоватым или голубоватым оттенком яиц с мелкими серыми или бурыми крапинками; окраска яиц очень изменчива. Насиживает в основном самка, но иногда её может сменять самец. Насиживание длится 12–14 дней, выкармливают птенцов оба родителя в течение 14–17 дней. В течение лета пара может вырастить два и даже три выводка. Основу питания составляют зерна разнообразных злаков, её дополняют различные семена, ягоды и плоды, молодые листья и побеги, насекомые, а также любые съедобные объекты, которые птица может обнаружить в городской среде.

Воробей полевой, или деревенский (*Passer montanus*) – вид оседлый, перелётный и кочующий, с 10 подвидами в Евразии. Был завезён в Австралию, Северную Америку, Индонезию, на Филиппины и другие страны. Основной европейский ареал не заходит севернее 60° северной широты. В осенне-зимний период северные популяции откочёвывают на юг, а горные – спускаются вниз. Обитатель антропогенных ландшафтов, перелесков, светлых лесов с большим количеством полян, лугов, полей, лесополос. Обычен в сельской местности, на приусадебных участках, в крупных городах малочислен, в основном по окраинам.

Гнездится в древесных дуплах, предпочитает углубления с узкими входными отверстиями и искусственные дуплянки. Полевой воробей – колониальная птица, охотно объединяется с другими видами. Полевой воробей довольно осторожен по отношению к человеку в сравнении с прочими представителями рода. Подвижная птица, сбивается в стаи, особенно зимой, когда образует многочисленные однородные группы или совместные с другими воробьиными, перемещающимися в поисках благоприятных кормовых участков или удобных мест для ночёвок. Питается преимущественно семенами и другими частями растений, отыскивая их на земле или стебельках и ветках или в коротком порхающем полёте; в гнездовой период рацион дополняется или замещается членистоногими и их личинками.

Зяблик (*Fringilla coelebs*) – вид перелётный и оседлый, с 18 подвидами в Евразии, на островах Восточной Атлантики и в Северной Африке. Был завезён в Новую Зеландию. Европейский ареал не заходит севернее 72° северной широты. Зимует на юге ареала, вплоть до берегов Средиземноморья. Обитатель различных лесных ландшафтов: хвойных, широколиственных, искусственных насаждений, предпочтение отдаёт негустым зрелым и прохладным лесам. Обычен в субальпийских лиственных насаждениях, в садах, огородах, сельской местности и городских парках.

Гнездится на деревьях, иногда на кустарниках, гнездо искусно свито из разнообразных материалов. С апреля откладывает обычно 4–5 светло-голубоватых или зеленоватых с тёмными пятнами яиц, которые насиживает самка 12–13 дней. Молодняк вылетает на 11–18-й день жизни. Ежегодно одна или две кладки. Вне периода гнездования держится стайками, совместно с воробьями, другими вьюрковыми и овсянками.

Вьюрок (*Fringilla montifringilla*) – вид перелётный, распространён в Северной Евразии. Основной европейский ареал не заходит на юг дальше 60° северной широты. Зимует на юге ареала, вплоть до берегов Средиземноморья. Дальность миграций на юг зависит от количества кормовых ресурсов, в состав которых входят буковые орешки. Гнездится в таёжных лесах, хвойных с примесью берёзы, со множеством полян и редких кустарников. На пролёте и зимовке встречается преимущественно в

широколиственных лесах, по аллеям, лесополосам и в посадках.

Гнездится на деревьях, в прочно свитых гнёздах, иногда малыми разрозненными колониями. С мая откладывает обычно 5–7 зеленоватых или буроватых яиц с тёмными пестринами, насиживает их самка около 12 дней. Птенцы вылетают на 13–14-й день жизни. Ежегодно две кладки. Юрок – стайная птица, в богатых кормом местах собирается многочисленными группами. Питается семенами, плодами, может спускаться на землю за кормом и водой.

Щур (*Pinicola enucleator*) – гнездится в таёжной зоне Евразии от северной Скандинавии до Тихоокеанского побережья, а также в хвойных лесах большей части Северной Америки. На севере Европы немногочисленный, местами обычный оседлый или оседло-кочующий вид, на большей же части Европейской России это немногочисленная пролётно-кочующая и зимующая птица. В центральных и южных районах появляется далеко не каждую зиму.

Гнезда строят на ели или пихте, реже – на лиственнице, на высоте 1–4 м. Типичное местоположение гнезда – на молодой ёлочке, чаще всего у ствола, реже – на боковой ветви, в «лапе». Основа гнезда состоит из тонких веточек, мелких корешков, сама гнездовая чаша аккуратно свита из тонких травинок, довольно тонкая, ажурная. Лоток выстлан тонкой травой или шерстью. В кладке 2-5 яиц зелёной или голубовато-зелёной окраски, с бурыми или оливковыми пятнами разной интенсивности, чаще всего крупными и неяркими. В рационе взрослых птиц, особенно зимой, преобладает растительная пища – почки, бутоны, молодые листья, ягоды. Насекомых взрослые птицы едят попутно, в корме птенцов их несколько больше. Зима у щуров проходит в кочёвках небольшими стайками по гнездовому ареалу, обычно южнее мест гнездования. Бывают массовые вылеты на юг, вплоть до степей, и тогда щуров можно видеть даже в городах, где они кормятся рябиной или яблоками.

Коноплянка (*Acanthis cannabina*) – обычный гнездящийся перелётный вид северных и центральных районов Европейской России, иногда зимует в небольшом количестве в средней полосе. В Предкавказье оседлый. Основное требование этого вида к местообитаниям – наличие открытых пространств и кустарников. Может селиться на влажных лугах, в сухой степи, по склонам гор, в культурном ландшафте.

Гнездятся в садах, огородах, посадках кустарников, по краям полей, в защитных насаждениях вдоль железных и шоссейных дорог. В кладке 4–7 яиц с беловато-голубым, зеленоватым или сероватым оттенком фона, который может быть практически лишён какого-либо рисунка или иметь коричневые или красноватые крапины различной величины и плотности, обычно более густо расположенные у тупого конца. Питаются и кормят птенцов почти исключительно семенами трав, в значительно меньшей степени беспозвоночными. С конца лета кочуют стайками по пустырям,

кормятся на земле и в высокотравье, часто вместе с зеленушками и щеглами.

Чечевица (*Carpodacus erythrinus*) – область распространения занимает большую часть Евразии от Центральной Европы до долины Анадыря, Корякского Нагорья, Камчатки и Сахалина. К югу распространена до Малой Азии, Закавказья, северного Ирана, Памиро-Алтая, Гималаев и гор Южного Китая. На большей части Европейской России обычный гнездящийся перелётный вид. Зимует главным образом в Индии.

На места гнездования прилетают в мае, когда распускается листва. Населяют заросли кустарников в поймах рек, на влажных лугах, пустырях, опушках. Гнездятся на кустах и деревьях, обычно невысоко над землёй. Гнездо представляет собой рыхлую чашеобразную постройку из травы, лоток выстлан более тонкими травинками, иногда конским волосом. В кладке 3–6 яиц. Почти полностью растительноядны, питаются разнообразными семенами, главным образом трав, кроме того, объедают почки, бутоны, завязи и молодые листья. В меньшей степени кормятся насекомыми.

Щегол (*Carduelis carduelis*) – вид перелётный и оседлый, включает около 15 подвидов в Евразии, на островах восточной части Атлантики и в Северной Африке. Был интродуцирован в Австралии, Новой Зеландии, Бермудских островах и в Южной Америке. Основной европейский ареал не заходит на север дальше 60° северной широты. Зимует на юге ареала, вплоть до берегов Средиземноморья. Обитатель различных светлых лесных ландшафтов, в том числе и искусственных насаждений. Предпочитает селиться вблизи человеческого жилья, на полянах, в лесах, вдоль дорог, лесополосах, также часто селится в виноградниках, садах, огородах, аллеях, парках в городской и сельской местности, на кладбищах.

Гнездо прочно свитое, размещается на дереве далеко от ствола. С конца апреля откладывает обычно 4–6 яиц бело-голубого цвета с тёмными пятнышками. Насиживает самка около 12 дней. Птенцы вылетают на 13–18-й день жизни. В год две кладки. Щеглы – общительные птицы, образуют стайки, перемещающиеся в поисках корма. На землю спускается редко, только для того, чтобы утолить жажду в какой-нибудь грязной луже. Преимущественно зерноядный (в основном ест семена сложноцветных), отыскивает корм среди высокой травы или в густой листве. Ловко извлекает семена из соплодий с помощью заострённого клюва.

Зеленушка (*Chloris chloris*) – вид перелётный, оседлый и кочующий, с 8 подвидами в Евразии, на островах восточной части Атлантики и в Северной Африке. Зеленушка была завезена в Австралию, Новую Зеландию, Южную Америку. Основной европейский ареал не заходит на север дальше 65° северной широты. Зимует на юге ареала, вплоть до

Средиземноморья. Обитатель различных светлых лесных ландшафтов, в т.ч. и искусственных насаждений. Предпочитает равнинные и холмистые территории с перелесками, лесополосами и хвойными посадками, также часто селится в виноградниках, садах, огородах, аллеях, парках в городской и сельской местности, на кладбищах.

Гнездится на деревьях и кустарниках, вьёт крупное, довольно рыхлое гнездо, в которое с марта откладывает обычно 4–6 беловатых с тёмными пятнами яиц. Насиживание самкой длится 13 дней. Птенцы вылетают из гнезда на 14–18-й день жизни. В год две, редко три кладки. Зеленушка – стайная птица, часто держится вместе с воробьями, зябликами и щеглами. Осторожная птица, по земле ходит и прыгает. Питается преимущественно семенами, плодами и побегами культурных и диких растений.

Чиж (*Spinus spinus*) – нерегулярно-перелётный и кочующий вид с весьма мозаичным распространением в Евразии. Основной европейский ареал не заходит на юг дальше 45° северной широты. Зимует на юге ареала, вплоть до Средиземноморья. Во время гнездового периода чижа можно часто наблюдать в хвойных лесах. Предпочитает еловые, чистые или с примесью, богатые полянами. Зимой встречается в основном в ольшаниках и березняках и в городских парках.

С апреля в небольшое гнездо на дереве откладывает обычно 3–5 яиц, которые насиживает самка в течение 12–13 дней. Молодняк покидает гнездо спустя 13–17 дней. Ежегодно две кладки. Общественная птица, особенно в осенне-зимний период, когда можно наблюдать стайки до сотен особей, часто совместные с жёлтыми вьюрками и обыкновенными чечётками, перемещающиеся в поисках корма – семян берёзы и ольхи.

Скворец обыкновенный (*Sturnus vulgaris*) – вид перелётный, оседлый и кочующий, представлен примерно 12 подвидами в Евразии. Был интродуцирован в Австралии, Новой Зеландии, Южной Африке и Северной Америке. В осенне-зимний период северные популяции перемещаются на юг, а горные спускаются вниз. Гнездится в крупных городских центрах, сельской местности, вдоль скалистых побережий. Часто поселяется в садах, полях, парках, перелесках, лугах, вырубках.

Гнездится в естественных дуплах и в искусственных скворечниках. С конца марта откладывает обычно 5 (3–8) яиц небесно-голубого цвета, реже беловатых. Насиживают оба партнёра, в продолжении 12 дней. Молодняк вылетает на 12–21-й день жизни. В год одна или две кладки. Стайная и шумная птица, образует значительные группы в местах кормёжек и ночёвок, устраивает зрелищные полёты, кружась «облаком». Питается беспозвоночными, а в неблагоприятные периоды – семенами и плодами.

Иволга (*Oriolus oriolus*) – дальний мигрант с 2 подвидами в Евразии и Северной Африке. В Европе отсутствует в северо-западных частях. Зимует в Африке на юге экватора. Населяет лесополосы, светлые леса с полянами и просеками, лесистые равнины, пойменные леса, фруктовые

сады, аллеи и городские парки.

Гнездится на деревьях, реже на кустарниках и лианах. Гнездо любит подвешивать в развилке боковых веток, материал, используемый в строительстве, смачивает слюной, что делает его особо прочным и устойчивым к непогоде, а также даёт возможность использовать постройку в течение нескольких лет. С мая откладывают 3–4 яйца белого цвета с редкими тёмными отметинами. Насиживает преимущественно самка около 16–17 дней. Питается крупными насекомыми, а осенью поедает в большом количестве плоды (инжир, вишню, виноград, малину и т.п.). Кормится в т.ч. мохнатыми гусеницами, собирая их с поражённых частей растений. Редко спускается на землю, по которой, как дрозд, перемещается скачками.

Ворона серая (*Corvus cornix*) – ареал охватывает Центральную и Восточную Европу и некоторые районы Азии (в том числе Западную Сибирь). В Европейской России гнездится по всей территории, кроме тундры, внутренних частей сплошных лесных массивов, пустынь и высокогорий. Ведёт оседлый и кочующий образ жизни, на севере – перелётный вид. Зимой в большом числе концентрируется в городах и сёлах. В большинстве областей обычный вид.

Населяет окраины лесов различных типов, долины рек, поселения человека. Предпочтение отдаёт поймам рек и местностям с мозаичными ландшафтами. Половая зрелость наступает в возрасте двух лет. Моногамный вид, выражен гнездовой консерватизм. Гнездо располагает на дереве, скале, опоре линии электропередач или на постройке человека. В кладке 3–7 зеленовато-голубых с бурыми пятнами яиц. Насиживает в основном самка на протяжении 19–22 дней, самец в это время её кормит. Всеядный вид, поедает в разные сезоны и в разных ситуациях беспозвоночных и позвоночных животных, семена, ягоды, плоды, падаль и пищевые отбросы. При высокой концентрации в массе разоряет гнезда уток, куликов и других водоплавающих птиц, опасна для любых открыто-гнездящихся птиц.

Грач (*Corvus frugilegus*) – вид оседлый и перелётный, с 2 подвидами в Евразии и Новой Зеландии. Зимует на юге ареала вплоть до юга Европы. Гнездится в разреженных лесах и перелесках в сельской местности, особенно многочислен в лесостепи, местами встречается в городских аллеях и парках, если они обеспечены достаточной кормовой базой.

Гнездится колониями на деревьях. Гнездо представляет собой крупную бесформенную чашу из соломы, веток, одна и та же пара использует его в течение нескольких лет, достраивая и ремонтируя. С марта откладывает обычно 2–6 яиц, которые насиживает самка 16–18 дней. Кормится обычно на земле, отыскивая беспозвоночных, в основном червей и насекомых, части растений, семена, падаль, пищевые отбросы, местами фрукты, семена хвойных.

Галка (*Corvus monedula*) – вид перелётный и оседлый, имеет 4

подвида в Евразии и Северной Африке. Основной европейский ареал не заходит севернее 60° северной широты. Северные и восточные популяции зимуют на юге ареала. Населяет скалистые участки побережий и внутренних районов, бухты, разреженные леса со старыми деревьями, различные населённые пункты, где занимает старые постройки, локально гнездится на мостах, виадуках и даже в кроличьих норах.

Гнездится закрыто: в пустотах, на столбах, под крышами и в гнёздах крупных птиц. Гнездо грубое, плоское, свито из стеблей, веток, кусков бумаги, волос, костей, пластика, кусочков земли, тряпок и пр. С апреля откладывает обычно 4–6 яиц, которые насиживает самка около 17–18 дней. Питается беспозвоночными, плодами, семенами, падалью и отбросами, иногда мелкими позвоночными и яйцами птиц.

Сойка (*Garrulus glandarius*) – вид оседлый, на севере частично кочующий. Выделяют до 40 подвидов в Евразии и Северной Африке. Европейский ареал в основном не заходит севернее 65° северной широты. Северные популяции совершают массовые нерегулярные перемещения в южном направлении. Обитатель широколиственных и хвойных лесов, чистых и смешанных. Гнездится также в городских парках, древесных аллеях, садах. Предпочитает дубравы.

Обычно гнездится на деревьях, кустарниках и лианах. С апреля откладывает 5–7 яиц, которые насиживает в основном самка 16–17 дней. Птенцы вылета ют примерно на 21–22-й день жизни. Имеет привычку запасать корм: добытые семена и плоды прячет в земле, около пней, в дупла. Птица отыскивает и поедает не все кладовые, оставшиеся в земле семена прорастают, благодаря этому сойка играет огромную роль в распространении дуба. Питается беспозвоночными, плодами и семенами, предпочтительно желудями, нападает также на мелких позвоночных, разоряет гнёзда, поедает падаль и пищевые отходы.

Сорока (*Pica pica*) – вид оседлый и кочующий, включает 12 подвидов в Евразии, Северо-Западной Африке и Северной Америке. В Европе встречается повсеместно. Распространение северных популяций на юг ограничено морской зоной. Часто гнездится в древесных насаждениях разнообразных открытых ландшафтов, в культивируемых зонах с лесополосами, аллеями, перелесками, вдоль автострад, железнодорожного полотна, в городских парках и садах, в индустриальной зоне.

Гнездится на деревьях и кустарниках, иногда на столбах, кровле домов, в густо спутанной кроне мёртвых деревьев. Гнездо – грубая, крупная постройка из сухих веток, имеет подобие купола сверху и глиняную обмазку. С середины марта откладывает 5–7 белых или кремовых яиц, густо покрытых тёмными пятнышками. Насиживание самкой длится 21–22 дня. Птенцы вылетают на 24–30-е сутки. Питается беспозвоночными, плодами, семенами, мелкими позвоночными, яйцами и слётками птиц, падалью, пищевыми отбросами.

Свиристель (*Bombycilla garrulus*) – вид перелётный и кочующий, характерны неожиданные далёкие инвазии, представлен 3 подвидами в Северной Евразии и Северной Америке. Европейский гнездовой ареал в основном не заходит на юг дальше 63° северной широты. Зимует на юге ареала в центральных и южных регионах европейского континента. Гнездится рассеянными колониями, вьёт гнездо на дереве, предпочтительно лиственнице, не очень высоко над землёй. Для строительства гнезда пара использует сухие ветки, мох и лишайники. В мае–июне откладывает 5–6 серо-голубых в тёмную крапинку яиц. Насиживает самка в течение 14–15 дней. Издаёт короткие трели. Основа питания – плоды и семена.

Пуночка (*Plectrophenax nivalis*) – вид перелётный и кочующий, с 5 подвидами в арктической зоне Евразии и Америки. В Европе более южные места гнездования находятся в Шотландии. Зимует южнее ареала, вплоть до южных регионов европейского континента. Гнездится в тундре, предпочитая бесплодные каменистые участки, а также в горных тундрах. Во время миграций и зимовок часто встречается на голых галечниках побережий и внутренних зон, по полям и лугам.

С конца мая по июль в гнездо невысоко от земли или прямо на ней откладывает 4–6 яиц различной окраски. Насиживает самка, в течение 12–13 дней. Птенцы вылетают на 12–14-й день жизни. В год одна или две кладки. Много времени проводит на земле, передвигаясь шажками, иногда скачками.

Класс Млекопитающие, или Звери (*Mammalia* или *Theria*) выделяются совершенством приспособлений к условиям обитания, сложным поведением. Основные отличительные признаки строения этих животных: волосяной покров, млечные и потовые железы, зубы, имеющие корни и подразделяющиеся на резцы, клыки, коренные.

Класс млекопитающие представлен в музее следующими экспонатами. Пред нами тушка *обыкновенного ежа (Erinaceus europaeus),* а также кожные покровы ежа с иголками. Спина ежа покрыта короткими твердыми иглами, а голова, шея, брюхо и ноги – шерстью. При опасности еж сворачивается в шар. Предпочитает светлые леса, перемежающиеся с полянами, кустарниковые насаждения. Неплохо уживается по соседству с человеком. Зимой еж спит в гнезде – небольшом углубленном, устланном сухими листьями и травой, часто под защитой валежника. Пробуждается, когда в лесу сходит снег. Один раз в год в мае–июле самка рождает 3–7 детенышей. Ежата появляются на свет голыми, однако уже через несколько часов у них появляются иголки, которые постоянно твердеют и темнеют. Питаются ежи насекомыми, червями, мелкими позвоночными (лягушками, ящерицами, птенцами и яйцами птиц, грызунами), иногда поедают ягоды.

Другой представитель **отряда насекомоядные (*Insectifora*)** – *крот*

обыкновенный (Talpa europaea). В экспозиции представлены тушки крота. Весь его облик говорит о подземном образе жизни. Тело укороченное, цилиндрическое. Голова с вытянутой в хоботок мордочкой, ушных раковин нет, глаза чуть заметны. Зрение плохое; но хорошо развито обоняние и осязание. Мех короткий и мягкий, матово-черного цвета, волосы направлены прямо вверх, а не назад как у большинства зверей. Ворс отсутствует. Шерстяной покров не мешает движению зверька в подземных ходах как вперед, так и назад. Передние лапы короткие и широкие, вывернуты подошвой наружу, снабжены длинными крепкими ногтями.

Живут кроты в основном в тех местах, где в почве много дождевых червей и других беспозвоночных, служащих для него пищей. Всю жизнь кроты проводят в земле, на поверхность выходят лишь в исключительных случаях, когда ходы заливаются водой или сильно промерзает почва, в этом случае кроты погибают. Кротов можно обнаружить по выбросам почвы – «кротовинам», которые распределяются чаще цепочкой.

Крот относится к пушным промысловым зверям. Негативная для человека сторона жизнедеятельности крота – «кротовины», ухудшающие поверхность сенокосных угодий огородов и садов.

Из представителей **отряда рукокрылых (*Chiroptera*)** в экспозиции представлены *ушан бурый (Plecotus auritus)* и *рыжая вечерница (Nyctalus noctula),* которые являются более или менее обычными видами в нашей республике.

Летучие мыши – мелкие зверьки, способные к активному полету. Передние конечности у них представляют собой когтистые крылья. Пальцы «рук» у летучих мышей (кроме первого) удлинены и образуют каркас для кожистой перепонки крыльев. Перепонка обтягивает также бока тела, задние конечности и хвост. На первом пальце «рук» и пальцах ног имеются когти, с помощью которых зверьки могут подвешиваться, цепляясь за неровность отвесных поверхностей.

Зрение рукокрылых развито слабо. Ориентируются в пространстве в основном с помощью органов слуха. Издавая ультразвуковые импульсы и воспринимая их отражения, получают всю нужную информацию, светлое время суток летучие мыши проводят в пещерах, дуплах, в различных постройках, где есть затемненные, укромные уголки. В сумерках и ночью охотятся, питаются бабочками, жуками, комарами и другими двукрылыми; добычу ловят и поедают в воздухе. Холодный период года летучие мыши проводят в спячке. Все летучие мыши приносят большую пользу лесному и сельскому хозяйству.

Отряд Зайцеобразные *(Lagomorpha)* представлен в музее двумя видами – заяц-беляк и заяц-русак. На витрине представлены их чучела и тушки.

Заяц-беляк (Lepus timidus) получил свое название за расцветку

зимнего наряда. Летом он рыжевато-бурый. Смена наряда обычно связна со временем установления и схода снежного покрова. Убежищем для беляка служит открытое логово, расположенное в густых зарослях зимой, в сильные морозы беляки делают в снегу норки. Вес до 5,5 кг. Летом беляк питается преимущественно травами, зимой ест в основном веточки и кору ивы, осины и других лиственных деревьев.

Русак (Lepus europaeus) – крупнее беляка, достигает 7 кг. Русак летом рыжевато-серый, зимой не белеет, а только светлеет. В отличие от беляка русак держится в безлесных угодьях.

Наиболее многочисленным и широко распространенным отрядом млекопитающих является – **отряд грызуны *(Rodentia).*** Главная их особенность – зубы. Четыре долотовидных самозатачивающихся, имеющих постоянный рост резца: два сверху и два снизу – дают возможность грызть пищу, способность ранить врага, умертвить добычу. Между резцами и коренными зубами, как и у зайцеобразных, на челюстях большой беззубый промежуток – диастема.

В экспозиции музея представлены несколько видов грызунов.

Белка обыкновенная (Sciurus vulgaris). Внешний вид белки хорошо известен – стройное тело, пушистый длинный хвост, длинные уши с кисточками на концах. Окраска белки летом рыжая, зимой – серая различных оттенков. Волосяной покров летом – короткий и жесткий, зимой – мягкий и пушистый. Летом белка активна в вечерние и утренние часы; зимой – в течение всего дня. Белка прекрасно лазает по деревьям, а с дерева на дерево прыгает. При этом хвост служит рулем. По земле зверек передвигается скачками. Свои гнезда устраивает в дуплах или строит по деревьям, гайно – круглое гнездо из веток, выстланное изнутри мхом, лубом, сухими остатками травянистых растений. Размножаются белки два раза в год – в конце зимы – начале весны и летом. В выводке бывает от 3 до 10 бельчат. Питаются семенами сосны и ели, орехами, желудями, древесными почками. На зиму делают запасы корма. Является ценным пушным видом.

Бобер обыкновенный (Castor fiber). Тело массивное, покрытое густым (особенно за счет подшерстка) не намокающим мехом. Взрослые звери имеют длину тела от 0,9 до 1 метра. Селится бобер по берегам медленно текущих лесных рек, стариц и озер с древесной растительностью.

Живут бобры колониями, укрываясь в норах или в хатах. Питаются растительной пищей, в основном травой, листвой, ветками и корой деревьев. На зиму делают запасы веточного корма, который помещают в воду около жилища. На облюбованном водоеме устраивают плотины из срезанных стволов деревьев. На витрине представлена коллекция «Следы жизнедеятельности бобра». Бобры активны в сумерки и ночью. Дневную активность бобра можно наблюдать при запасании кормов осенью.

Суслик большой (Citellus major). В нашей республике обитают 2 вида сусликов: большой, или рыжеватый и малый. Отличаются они в соответствии с названиями по размерам тела и окраске «шапочек»: у большого она серая, а у малого – желтовато-коричневая.

Большой суслик обитает в равнинных районах. Селятся зверьки на целине, на выгонах, на полевых межах и обочинах дорог. Суслики активны днем. Питаются надземными и подземными частями растений. Большую часть года, начиная с августа и до схода снегов, проводят в спячке, в подземных норах. Летом у них бывает один помет, количество детенышей в нем 4–10. При большой численности суслики могут приносить вред растениеводству, ощутимо конкурировать с домашним скотом на пастбище.

Лесная мышь (Apodemus silvaticus). Длина тела лесной мыши достигает 11,5см, а хвост равен длине тела. Голова сравнительно крупная, мордочка заостренная, уши большие, а задние ноги длинные. Окраска верхней части тела рыжая или коричнево-охристая. Брюхо белое, а на груди расположено охристое пятно. Эта мышь преимущественно заселяет участки старого леса, где преобладают широколиственные породы, с хорошо развитым подлеском и обильным буреломом, а также встречаются в лесопарках и парках. Свои убежища устраивает в норах или невысоко расположенных дуплах. Лесная мышь хорошо лазает по стеблям растений и по деревьям. Ведет преимущественно ночной образ жизни. Питается семенами, корой и всходами различных деревьев и кустарников, ягодами, а также насекомыми.

Полевую мышь (Apodemus agrarius) можно узнать по черной полосе, проходящей вдоль рыжеватой спины. Обитает на полях, вырубках, лесах, в долинах степных рек. В экспозиции музея представлена коллекция шишек, обработанных мышевидными грызунами, а также тушки мышей.

Полевка обыкновенная (Microtus arvalis) достигает в длину 14 см, длина хвоста – 15 см. Окраска тела сверху бурая или коричневато-охристая, а брюхо грязно-белое. Хвост сверху коричневый, а снизу белый. Этот зверек, как правило, заселяет пустыри, пашни, поймы рек, луга, иногда поля. Зимой обыкновенная полевка часто встречается в хозяйственных постройках, стогах и скирдах сена. Животные активны круглые сутки. Питаются преимущественно зелеными частями травянистых растений, изредка моллюсками, насекомыми. Зимой обгладывают кору кустарников и деревьев. Роют сложные сильно разветвленные норы, в которых гнездовые камеры находятся на глубине до 30 см. В норе также имеются кладовые и уборные. Зимой обыкновенная полевка живет под снегом в гнездах, сплетенных из травы (эти гнезда можно обнаружить сразу после того, как весной растает снег). Обыкновенная полевка является одним из основных вредителей полеводства, огородничества и садоводства.

Полевка отличается от мышей коротким хвостом, небольшими ушами и закругленной мордочкой. Кроме того, полевки отличаются строением коренных зубов, на плоской поверхности которых можно увидеть замысловатый узор из зубцов и петель.

К отряду грызунов относится также всем известная *серая крыса (Rattus norvegicus)*. На экспозиции можно увидеть скелет крысы. Туловище у крысы плотное, морда тупая и широкая, уши короткие. Окраска меха от светло-рыжеватой до темной охристо-бурой. Брюхо беловатое. Длина тела может достигать 27 см, длина хвоста – до 23 см. Животные чаще всего встречаются в домах и хозяйственных постройках человека. В некоторых местах живут по берегам рек и на полях. Питаются насекомыми, яйцами и птенцами, лягушками, мелкими грызунами, моллюсками.

Повреждают посевы, уничтожают и портят пищевые продукты, таскают яйца и птенцов. Могут быть переносчиками возбудителей многих опасных для человека заболеваний. Серая крыса отличается очень высокой плодовитостью. При благоприятных условиях размножаются круглый год, половозрелость наступает в 3–4 месячном возрасте. В помете 1–17 детенышей (в среднем 7–8).

Отряд Хищные (*Carnivora*) объединяет зверей разной величины и разнообразного сложения. Большинство из них плотоядны. В зубной системе сильно развиты клыки и крупные, острые хищнические зубы. В природе играют роль естественных селекционеров, устраняющих больных и слабых животных. Многие виды имеют хороший мех, из-за чего являются объектами промысла.

Бурый медведь (*Ursus arctos*) – может достигать разных размеров в зависимости от условий развития в детстве, максимальная же масса уральских медведей может достигать полутонны. В настоящее время медведь встречается на северо-востоке республики и по Уралу до ее южных границ. Медведь один из самых всеядных хищников. В его рационе наряду с растительной пищей – ягодами, желудями, орехами, зеленью сочных трав (особенно борщевика и дягиля) есть и животные корма: мелкие зверьки, птенцы, яйца, рыба, падаль. На крупных копытных, как диких, так и домашних, он нападает редко. Но если это ему удается раз-другой, «характер» его портится, и он превращается в неисправимого «скотинника». Гон у медведей летом, в июне–июле. Беременность длится около 7 месяцев. Медвежата у самок рождаются в берлоге во время зимнего чуткого сна, который обычно длится с ноября по апрель. Берлоги устраиваются на сухих, возвышенных местах. Медвежата в количестве 1–4, очень (редко 5–6) рождаются слепыми, глухими и беззубыми. К моменту выхода из берлоги они уже набирают 5–6 кг веса. Половозрелости звери достигают в возрасте 3 лет. Самки приносят потомство не ежегодно. В Башкортостане проводится лицензионная спортивная охота на медведя, летом на овсах, зимой на берлогах. Охотничий трофей ценен отличной

шкурой, вкусным мясом, лечебным жиром и желчью. Добывается ежегодно около 20 особей. Медведь может покушаться на домашний скот или хозяйничает на пасеках, есть достоверные случаи нападений на людей и тогда медведей приходится отстреливать.

Волк (Canis lupus) распространен на всей территории Башкортостана. Наибольшей плотности его население достигает в горно-лесной зоне и Южном Зауралье. Год в жизни волков слагается из периодов: гона (январь–март), вывода молодняка (апрель–сентябрь), стайно-кочевой жизни (октябрь-декабрь). О потомстве заботятся оба родителя. Они отыскивают спокойное (подальше от поселений людей) и, по возможности, укрытое (нора, пещерка, полость под выворотом) место недалеко от водопоя. Волк-отец прилежно кормит выводок, в котором бывает от 3 до 13, в среднем 5–8 волчат. Появляются они на свет после 62–65 суток беременности, прозревают на 10–13 день, через неделю уже переходят на мясную «диету». В июле–августе родители усиленно обучают их самостоятельности в охоте. Волки едят не только мясо позвоночных. При недостатке обычных объектов добычи – копытных, зайцев, доступных домашних животных (включая собак), они питаются чем придется: от насекомых до сочных ягод и плодов растений. В такие периоды они посещают скотомогильники, не брезгуют трупами домашних и диких животных.

Стаи волков, образующиеся осенью, состоят из пары родителей и молодняка двух последних поколений. Количество зверей в них редко превышает 10. До начала гона волки кочуют по участку протяженностью 20–30 км. Стая имеет хорошо организованную иерархическую структуру, мало общается с соседней стаей. Территория стаи метится пахучими метками. Иногда бывают возможными контакты с домашними собаками во время гона. В результате этого получаются гибриды – волкособаки, которые опасней и вредней самих волков.

Енотовидная собака (*Nyctereutes procyonoides*) – по длине тела почти не уступает лисе. Но спутать этих зверей трудно: енотовидная собака коротконогая, имеет небольшой лохматый хвост. Общий тон окраски буровато-серый. В нашей фауне она такой же вселенец, как и ондатра. Ее выпускали в 1935 году (Башгосзаповедник) и 20 лет спустя (Нуримановский район). Эффективным оказался второй выпуск. В разнообразной пище енотовидки по сравнению с другими собачьими гораздо больше водных и околоводных обитателей, в частности лягушек, так как она предпочитает обитать по заболоченным долинам рек и озер. Основным «коридором» для ее расселения у нас явилась пойма реки Белой. Сейчас ее можно встретить от низовий реки до Бурзянского и Белорецкого районов. Наиболее богаты этим видом северо-восточные районы Башкортостана.

Жилищами для вывода молодняка и зимнего сна служат норы (свои, но чаще чужие), а также дупла, различные укрытия естественные и

искусственные (типа брошенных землянок). Сон зверя некрепкий и прерывистый, заканчивается, чуть погода повернет на весну.

Акклиматизация енотовидной собаки сейчас оценивается неоднозначно. Мех ее хотя и невзрачный, но теплый, ноский, недорогой. Однако зверь может сохранить возбудителей бешенства и трихинеллеза, поедает яйца и птенцов наземногнездящихся птиц, в том числе ценных охотничьих

Из хищных в музее можно также увидеть *лисицу (Vulpes vulpes)*, точнее, череп лисы. Внешний вид ее общеизвестен: морда узкая, заостренная, уши высокие, остроконечные. Признак, по которой ее даже издали можно легко отличить – это длинный, гибкий, подвижный, пушистый хвост с белым кончиком.

В пище преобладают мыши, полевки, зайцы, яйца птицы. Немало поедают и растительного корма, в частности диких плодов и ягод. Зимой лису можно видеть в поле, где она, в одиночку «мышкуя», добывает себе пропитание. Имеет большое практическое значение как ценный пушной зверь и враг мышевидных грызунов.

Степной хорек (Mustela eversmanni) – имеет желтовато-бурую окраску, на мордочке – характерное пятно – маска около глаз. Заселяет берега речек и озер, где всегда много пищи (водяные полевки, суслики, лягушки, иногда зайцы, ежи).

Еще один представитель хищных – это *барсук* (*Meles meles).* В экспозиции музея можно увидеть череп барсука. Барсук среднего размера (с небольшую собаку), зверь, живущий в глубоких норах. Барсуки всеядны. В его рационе есть мелкие грызуны, лягушки, птенцы и яйца птиц, насекомые, земляные черви, ягоды, орехи, грибы, зелень и корни растений.

Из **парнокопытных (*Artiodactyla*)** в музее представлены: касуля, кабан, лось, корова.

Благородный олень (Cervus elaphus) – это крупное, стройное животное с длиной тела до 240 см, высота в холке 120–150 см. Окраска взрослых однотонная, без пятен, летом рыжевато-коричневая, зимой серовато-бурая. Держатся поодиночке или стадом из 3–6 голов. На втором году жизни у самца появляются прямые рожки-спички, а полностью развиваются к 5-му году. Музей располагает несколькими чучелами благородного оленя.

Лось (Alces alces) наиболее крупный из наших оленей. Длина его тела и высота в холке нередко превышает 2 м, масса может достигать 350 кг. Это высоконогий зверь с большой длинноухой головой, крутым загорбком и коротким хвостом. Окраска грубого, ломкого меха темно-бурая, ноги светлые. Самцы с двухлетнего возраста имеют рога, которые к полному развитию зверя приобретают лопатообразную форму основной части с отростками по периферии и достигают массы до 20 кг, рога самцов

подвержены ежегодной смене. Держатся лоси в одиночку или небольшими группами. В экспозиции представлены череп, рога, копыта лося, коллекция «Следы жизнедеятельности лося».

В музее также представлены череп *коровы (Bos taurus),* а также влажные препараты «Язык коровы» и «Сердце крупного рогатого скота».

Кабан (*Sus scrofa*) – внешность кабана очень оригинальна: короткое массивное тело, большая голова с длинными широкими ушами, заканчивающаяся темным «пятаком». Длина тела достигает 175 см, высота в холке 80–100 см, вес 150–300 кг. Тело покрыто щетиной. Самец крупнее самки и отличается по большим клыкам, направленным вверх.

Кабаны населяют различные угодья: леса и кустарники по долинам рек и ручьев, берега озер и болота, заросшие высокой травой, овраги и балки по соседству с полями и огородами. Они потребляют в пищу наземные и подземные части растений, орехи и желуди, а также земляных червей, насекомых, мелких позвоночных, падаль. Способ добывания пищи – рытье.

Взрыхляя большие площади земли в лесу, по опушкам и на полянах, кабаны способствуют заделке семян, уничтожают вредителей леса. В местах обитания кабана всегда есть ямы, углубления, заполненные водой и грязью, где кабан купается. Кабаны ведут стадный образ жизни. Являются родоначальниками домашней свиньи.

ПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКИЕ ЭКСПОНАТЫ

Не все организмы, обитавшие когда-то на Земле, сохранились до наших дней. В большинстве случаев основное условие сохранения останков – окаменение, или фоссилизация, но не каждый скелет или лист может окаменеть. Органические остатки, оказавшиеся на суше, быстро разрушаются. Процессы выветривания стирают кости и раковины в пыль. Лучше сохраняются остатки в водной среде, особенно в море. Попавшая на дно раковина постепенно углубляется в осадочную толщу. Далее происходит процесс фоссилизации: органические составляющие разрушаются, а их место занимают минеральные вещества, поступающие из вмещающей породы или воды.

В течение того времени, пока окаменелость находится в породе, она подвергается сдавливанию вышележащих слоев и частично разрушается. Палеонтологи выделяют несколько форм сохранности.

1. ***Полная или почти полная сохранность*****,** при которой остаются неразрушенными мягкие ткани. Они могут остаться невредимыми в том случае, если будут не доступны ни падальщикам, ни бактериям. Ярким примером является вечная мерзлота. Именно здесь были обнаружены замерзшие тела млекопитающих. Насекомые, паукообразные, лягушки, ящерицы иногда встречаются в янтаре (смоле хвойных деревьев).

В музее можно увидеть фотографию мамонтенка Димы. Мамонтенок был найден в 1977 г. под Магаданом в вечной мерзлоте. В июне 1977 г. на золотоносном прииске в долине ручья Киргилях под Магаданом рабочие вели работы бульдозером. Они снимали тонкие слои земли, оттаявшей за ночь. На глубине почти двух метров от поверхности была обнаружена замерзшая туша мамонтенка. Мамонтенок был всего один метр высотой, еще без бивней, шерсть на туше практически не сохранилась, она отвалилась при таянии. Зато кожа, внутренности, мягкие ткани сохранились в ледяной линзе прекрасно. Это была первая полностью сохранившаяся туша мамонта, изученная с помощью современных научных методов. Благодаря этому были изучены многие особенности строения мамонтов.

Мамонтенку первоначально присвоили имя Дима, по названию небольшого ключа Дима, рядом с которым он был найден. Однако потом дали ему другое название, более точное, как принято в науке. Ученые всего мира знают его как магаданского или киргиляхского мамонта.

Известны и другие находки мамонтов:

- Мамонт Адамса, назван по имени зоолога М.И.Адамс из Санкт-Петербурга, который нашел его останки (1806 г.);
- Березовский мамонт – найден в августе 1900 года на берегу небольшой реки Березовка на северо-востоке Сибири;

– Скелет самки мамонта (Матильды), найден в Новосибирской области (1939 г.);
– Мамонтенок Люба – найден на Ямале в 2007 году.

2. *Полные или частично сохранившиеся скелетные образования* – наиболее распространенная форма сохранности. Твердые скелеты, панцири, раковины животных хорошо окаменевают и более устойчивы к разрушению.

Систематическое определение антропогеновой ископаемой териофауны выполнено крупными специалистами в этой области: канд. биол. наук Б.С.Кожамкуловой, членом-корреспондентом «Подкомиссии по четвертичной стратиграфии Европы», г.Алматы и канд. биол. наук П.А. Косицевым, зав. лабораторией палеоэкологии Института экологии растений и животных УрО РАН, г.Екатеринбург, а также канд. биол. наук Т.И.Яковлевой, доцентом кафедры биоэкологии и биологического образования БГПУ им.М.Акмуллы.

Музей располагает рядом полных или частично сохранившихся скелетных образований. Это *рог с частью черепа, плечевая, лучевая, карпальная, пястная, бедренная кость новорожденного бизона, берцовая, тазовая, таранная, пяточная кости, центральная кость предплюсны первобытного бизона* (Bison priscus). Массовые находки остатков бизонов свидетельствуют об огромных стадах этих животных в далекие времена. Находки позволили восстановить и ландшафт той эпохи – это были тундростепи на широте Полярного круга, там где сейчас расстилается тундра. В очень сухом и холодном климате ледниковой эпохи на вечной мерзлоте не возникало болот. Потепление климата вызвало заболачивание и замещение степной растительности типично тундровой. От современного бизона, обитающего в степях, ископаемый бизон отличается высокой посадкой головы и более широко расставленными рогами.

Шейный позвонок, принадлежащий представителю отряд Парнокопытные (Aptiodactyla).

Большая берцовая кость кулана (Eguus hemionus) и большая берцовая кость лошади (Eguus calallus).

Старый и молодой зуб, атлант, грудной позвонок, плечевая кость, локтевая кость, тазовая кость шерстистого носорога (Coelodonta antiquitatis). Шерстистый носорог – вымерший вид носорогов, живший в эпоху ледникового периода. Был распространён на заснеженных равнинах между Западной Европой и Сибирью. Из археологических находок следует, что шерстистый носорог был объектом охоты неандертальцев около 70 тысяч лет назад. Особи шерстистого носорога жили в одиночку и достигали длины 3,5 м. Имели два рога, из которых передний иногда был более 1 м длиной. Из-за изменения климата шерстистый носорог вымер около 8 тысяч лет назад. Наиболее близким родственником из живущих

сегодня видов ему является суматранский носорог.

Лобная кость и отросток рога, атлант, эпистрофей, последний шейный позвонок, плечевая, большая берцовая кость, кость плюсны, таранная и пяточная кости (Megaloceros gigantus). Гигантские олени являются типичными животными мамонтовой фауны. Благополучно просуществовав в самые суровые времена в несколько сот тысяч лет и пережив неандертальцев, они исчезли уже при человеке разумном. В отложениях, по времени совпадающих с новым каменным веком, остатки этих животных не найдены. Исчезновение гигантского оленя, как и многих других крупных млекопитающих мамонтовой фауны, совпадает с тем событием в истории человека, которое носит название «неолитическая революция». Но трудно сказать, изменение климата или активная добывающая деятельность человека сыграла в этом решающую роль.

Зуб, обломок ребра, бедренная кость, фрагменты лопатки и бивня ископаемого слона (сем.Elephantidae). Размеры древнего слона были поистине впечатляющи: вес до 2 т, рост достигал 4 м. К тому же у него были огромные, чуть ли не 2 м длиной бивни. Ископаемые слоны были объектом охоты первобытных людей. Археологи на местах стоянок древних людей находят множество костей ископаемых слонов, обломков деревянных копий, множество каменных орудий и обгоревшие поленья, перемешанные с породой.

Коренной зуб, скуловая кость, альвеола челюстной кости, бивень, грудной и первый поясничный позвонки, плечевая, большая берцовая и тазовая кости мамонта (Mammuthus primigenius). Мамонты жили на Севере Евразии от 250 до 10 тысяч лет назад. Это было время суровых климатических условий, время существования шерстистого носорога и северного оленя, бизона и овцебыка, пещерного медведя и пещерного льва.

Эволюция мамонтов – одна из самых изученных линий развития. Известны практически все переходные формы этих животных. Ближайшие их предки, слоны-архидискодоны, жили в областях с умеренным климатом уже около 2 миллионов лет назад. Изменения шли постепенно. Животные приспособились к самым разнообразным условия: в южных районах они не были покрыты шерстью, в северных у них образовался шерстный покров. Особенно заметно менялась зубная система животных, все более приспосабливаясь к перетиранию твердой пищи.

В экспозиции музея представлены также окаменелые раковины моллюсков и окаменелые ископаемые кораллы.

3. *Внешние и внутренние ядра.* Внешние ядра (естественные слепки), возникают, если раковина моллюска попадает в ил и долгое время ее внутренняя поверхность остается пустой. Позже створки разрушаются, и оставшаяся полость заполняется осадком, который минерализуется. Таким образом формируется внешнее ядро раковин.

Внутренние ядра (естественные слепки), возникают, если, внутренняя поверхность раковины заполняется илом, который потом окаменевает. Со временем происходит разрушение створок, но сохраняется внутренний слепок, или ядро внутренней поверхности раковины.

Ископаемые двустворчатые и брюхоногие моллюски чаще всего бывают представлены в виде внешних и внутренних ядер (они представлены в экспозиции). Достоверные остатки моллюсков известны из кембрийских отложений, вероятно, первые моллюски жили еще в докембрийский период.

В экспозиции музея также можно познакомиться с представителем головоногих моллюсков – белемнитами. В ископаемом состоянии чаще встречаются слепки (ядра) раковин белемнитов, которые часто называют «чертовыми пальцами». Музей располагает слепком панциря морского ежа. Морские ежи известны в ископаемом состоянии, начиная с ордовика.

Трилобиты (представлен слепок) – вымершие членистоногие, имели эллипсоидное тело, которое было покрыто развитым спинным панцирем, подогнутым по краям. С брюшной стороны покровы были более тонкие, поэтому для защиты от хищников трилобиты сворачивались, закрывая брюшную сторону. Трилобиты – бентосные животные, они ползали по дну, зарывались в ил, проплывали небольшие расстояния над поверхностью дна, обитали на мелководье. Схожие с трилобитами сегментированные животные известны, начиная с кембрия. Кембрий, ордовик и частично силур – время расцвета трилобитов.

4. ***Отпечатки.*** Иногда останки животных оставляют в породе отпечатки. По ним можно восстановить внешний вид окаменелости и изучить внешнюю и внутреннюю скульптуру раковин. В экспозиции можно увидеть отпечатки раковин моллюсков, члеников морской лилии.

Вымершие морские лилии в основном были небольшими животными, но некоторые достигали огромных размеров (до 20 м). Современные формы имеют стебли длиной около метра. Появились морские лилии в ордовике. Расцвет начался в палеозое. В ископаемом состоянии чаще всего встречаются отдельные членики стеблей, фрагменты стеблей, реже целые чашечки или целые животные.

Окаменелости – это не просто «бессловесные» камни, сохранившиеся в породе. Каждая из них может рассказать свою историю захоронения и, помимо этого, историю существования самого живого организма и целого ископаемого сообщества. Внимательно изучив окаменелости и слои породы, в которой они находились, можно узнать, в каких условиях обитали ископаемые животные, т.е. произвести полеоэкологические реконструкции.

Установлением возраста горных пород занимается стратиграфия – раздел геологии, изучающий последовательность залегания, взаимоотношения и географическое распространение слоев и толщ горных пород, слагающих земную кору.

Одним из методов определения возраста горных пород является биостратиграфический, или палеонтологический метод, основанный на изучении ископаемых организмов. В каждом слое пород содержится, как правило, своеобразный состав окаменелостей, и по ним определяется относительный возраст пород. Возраст можно определить и гораздо точнее при помощи руководящих ископаемых. Эти ископаемые остатки принадлежат видам живых организмов, которые были очень многочисленны и жили в короткий промежуток времени. Руководящими могут быть остатки различных животных: моллюсков, брахиопод, аммонитов, мелких млекопитающих рыб и т.п. В последнее время все большее внимание уделяется микроокаменелостям – фораминиферам, пыльце, спорам. На их основе составляют подробные стратиграфические шкалы различных отложений.

Последовательное изменение животного и растительного мира во времени позволило расчленить историю Земли на геологические эры, периоды и эпохи.

Совершив экскурсию по нашему музею, вы познакомитесь с тем богатством животного мира, с которым не всегда и не каждому из вас приходится встречаться в природе. Все, что вы увидите, сделано людьми, которые вложили большой труд, любовь и мастерство, для того чтобы содержание музея отвечало учебным, научным, воспитательным и эстетическим целям.

СИСТЕМАТИЧЕСКИЙ СПИСОК ЭКСПОНАТОВ

Тип Кишечнополостные – *Coelenterata*

Класс Сцифоидные – *Scyphozoa*

вид Аурелия – *Aurelia aurita*

Класс Коралловые полипы – *Anthozoa*

п\класс Восьмилучевые – *Octocorallia*

отряд Альционарии – *Alcyonacea*

вид Морской органчик – *Tubipora musica*

отряд Роговые кораллы – *Gorgonacea*

род Веер Венеры – *Gorgonia*

вид *Gorgonaria sp.*

род Металлические горгонарии – *Metallogorgia*

вид *Metallogorgia sp.*

п\класс Шестилучевые – *Hexacorallia*

отряд Актинии – Actinaria

вид Конская актиния – *Actinia eguina*

отряд Мадрепоровые кораллы – *Madreporaria*

род Мозговики – *Leptoria*

вид *Leptoria phrygia*

вид *Porites lobata*

род Грибовидные кораллы – *Fungia*

вид *Fungia fungites*

вид *Fungia danai*

вид Колючая фунгия – *Fungia echinata*

род *Euphyllia*

вид *Euphyllia fimbriota*

род *Favia*

вид *Favia sp.*

род Поциллопоры –*Pocilloporidae*

вид *Pocillopora sp.*

вид *Galaxea fascicularis*

вид *Herpetolitha limax*

род Солнечные кораллы – *Heliopora*

вид *Heliopora coerulea*

вид *Acropora sp.*

Тип Плоские черви – *Plathelminthes*

Класс Ленточные черви – *Cestoda*

вид Бычий солитер, или невооруженный цепень – *Taeniarhynchus saginatus*

вид Эхинококк – *Echinococcus granulosus*

Тип Круглые черви – *Nemathelminthes*

Класс Нематоды – *Nematoda*

вид Аскарида человеческая – *Ascarus lumbricoides*

Тип Кольчатые черви – *Annelida*

Класс Многощетинковые – *Polychaeta*

вид Нереида – *Nereis pelagica*

вид Пескожил – *Arenicola marina*

Класс Малощетинковые – *Oligochaeta*

вид Дождевой червь – *Lumbricus terrestris*

Класс Пиявки – *Hirudinea*

вид Пиявка ложноконская – *Herpobdello octoculata*

вид Улитковая пиявка – *Glosciphonia complanata*

Тип Моллюски – *Mollusca*

Класс Брюхоногие – *Gastropoda*

вид *Murex ramosus*

вид *Phalium sp.*

вид *Murex sp.*

вид *Lambis truncata*

вид *Nassarius variedatus*

вид *Coralliophila violacea*

вид *Nassarius papillosus*

вид *Turridae sp.*

вид *Bulla sp.*

вид *Thais tuberosa*

вид *Terebra sp.*

вид *Strombus plicatus*

вид *Strombus tricornis*

вид *Siliquaria anquina*

Класс Двустворчатые – *Bivalvia*

вид Приморский гребешок – *Patinopecten yessoensis*

вид *Tridacna maxima*

вид *Lumatium pileare*

вид *Pododesmus macrochisma*

вид *Chlamis islandica*

Тип Членистоногие – *Arthropoda*

Класс Ракообразные – *Crustacea*

вид Тонкопалый речной рак – *Astacus leptodactylus*

вид Камчатский краб – *Paralithodes camtschatica*

вид Рак-отшельник – *Pagurus bernhardus*

вид Каменный краб – *Eriphia spinimana*

Класс паукообразные – *Arachnida*
Класс насекомые – *Insecta*

Тип Иглокожие – *Echinodermata*
Класс Морские звезды – *Asteroidea*
Класс Морские ежи – *Echinoidea*
вид *Heterocentrotus mammilatus*
Класс Голотурии, или морские огурцы – *Holothurioidea*
вид морской огурец – *Cucumaria frondoza*
Класс Офиуры, или Змеехвостки – *Ophiuroidea*

Тип Хордовые – *Chordata*
Класс Круглоротые – *Cyclostomata*
вид Речная минога – *Lampetra fluviatilis*
Класс Хрящевые рыбы – *Chondrichthyes*
вид Колючая акула – *Squalus acanthias*
вид Скат-хвостокол – *Dasyatis pastinaca*
Класс Костные рыбы – *Osteichthyes*
вид Стерлядь – *Acipenser ruthenus*
вид Севрюга – *Acipenser stellatus*
вид Окунь – *Perca fluviatilis*
вид Язь обыкновенный – *Leuciscus idus*
вид Карась – *Carassius carassius*
вид Плотва – *Rutilus rutilus*
вид Каталуфа – *Priacanthus sp.*
вид Рыба-лира – *Callionymus sp.*
вид Рыба-матросик – *Dascyllus sp.*
вид Долгопер восточный – *Dactyloptera orientalis*
вид Тригла чешуйчатая – *Lepidotrigla sp.*
вид Колюшка девятииглая – *Pungitius pungitius*
вид Трехзвездчатая камбала – *Pleuronektes stellatus*
Класс Земноводные или амфибии – *Amphibia*
отряд Хвостатые – *Caudata,* или *Urodela*
вид Тритон обыкновенный – *Lissotriton vulgaris*
вид Тритон гребенчатый – *Triturus cristatus*
отряд Бесхвостые – *Ecaudata*, или *Anura*
вид Озерная лягушка – *Rana ridibunda*
Класс Пресмыкающиеся, или Рептилии – *Reptilia*
отряд Черепахи – *Chelonia*
вид Болотная черепаха – *Emys orbicularis*
вид Среднеазиатская черепаха – *Testudo horsfieldi*
отряд Чешуйчатые – *Squamata*
вид Геккон гребнепалый – *Crossobamon eversmanni*

вид Геккон серый – *Gymnodactylus russowi*
вид Мабуя золотистая – *Mabuya aurata*
вид Веретеница ломкая – *Anguis fragilis*
вид Уж обыкновенный – *Natrix natrix*
вид Уж водяной – *Natrix tessellata*
вид Полоз узорчатый – *Elaphe dione*
вид Гадюка обыкновенная – *Vipera berus*
вид Ящурка линейчатая – *Eremias lineolata*
вид Желтобрюхий полоз – *Coluber jugularis*
вид Гюрза – *Vipera lebetina*
вид Стрела-змея – *Psammophis lineolatum*

Класс Птицы – *Aves*

отряд Гусеобразные – *Anseriformes*
вид Серая утка – *Anas strepera*
вид Свиязь – *Anas penelope*
вид Утка-кряква – *Anas platyrhynchos*
вид Чирок-трескунок – *Anas querquedula*
вид Чирок-свистунок – *Anas crecca*

отряд Ржанкообразные – *Charadriiformes*
вид Черноголовый хохотун – *Larus ichthyaetus*

отряд Аистообразные, или голенастые – *Ciconiiformes*
вид Серая цапля – *Ardea cinerea*

отряд Соколообразные – *Falconiformes*
вид Ястреб перепелятник – *Accipiter nisus*
вид Кобчик – *Falco vespertinus*
вид Дербник – *Falco columbarius*
вид Полевой лунь – *Circus cyaneus*

отряд Курообразные – *Galliformes*
вид Глухарь – *Tetrao urogallus*
вид Серая куропатка – *Perdix perdix*
вид Тундряная куропатка – *Lagopus mutus*)
вид Перепел обыкновенный – *Coturnix coturnix*
вид Курица домашняя – *Gallus gallus domestica*

отряд Куликообразные – *Charadriiformes*
вид Чибис – *Vanellus vanellus*
вид Турухтан – *Philomachus pugnax*
вид Чернозобик – *Calidris alpina*
вид Перевозчик – *Tringa hypoleuca*

отряд Голубеобразные – *Columbiformes*
вид Сизый голубь – *Columba livia*

отряд Совообразные – *Strigiformes*
вид Длиннохвостая, или уральская неясыть - *Strix uralensis*
вид Серая неясыть – *Strix aluco*

вид Ушастая сова – *Asio otus*
отряд Стрижеобразные – *Apodiformes*
вид Черный стриж – *Apus apus*
отряд Дятлообразные – *Piciformes*
вид Большой пестрый дятел – *Dendrocopus major*
отряд Воробьинообразные – *Passeriformes*
вид Деревенская ласточка – *Hirunbo rustica*
вид Городская ласточка – *Delichon urbica*
вид Лесной конек – *Anthus trivialis*
вид Белая трясогузка – *Motacilla alba*
вид Сорокопут-жулан – *Lanius collurio*
вид Камышовка-барсучок – *Acrocephalus schoenobaenus*
вид Болотная камышовка – *Acrocephalus palustris*
вид Садовая камышовка – *Acrocephalus dumetorum*
вид Серая мухоловка – *Muscicapa striata*
вид Мухоловка-пеструшка – *Ficedula hypoleuca*
вид Дрозд белобровик – *Turdus musicus*
вид Дрозд певчий – *Turdus philomelos*
вид Дрозд деряба – *Turdus viscivorus*
вид Дрозд-рябинник – *Turdus pilaris*
вид Горихвостка обыкновенная – *Phoenicurus phoenicurus*
вид Зарянка – *Erithacus rubecula*
вид Соловей обыкновенный – *Luscinia luscinia*
вид Синица-ремез – *Remiz pendulinus*
вид Воробей домовый – *Passer domesticus*
вид Воробей полевой – *Passer montanus*
вид Зяблик – *Fringilla coelebs*
вид Вьюрок – *Fringilla montifringilla*
вид Щур – *Pinicola enucleator*
вид Коноплянка – *Acanthis cannabina*
вид Чечевица – *Carpodacus erythrinus*
вид Щегол – *Carduelis carduelis*
вид Зеленушка – *Chloris chloris*
вид Чиж – *Spinus spinus*
вид Скворец обыкновенный – *Sturnus vulgaris*
вид Иволга – *Oriolus oriolus*
вид Ворона серая – *Corvus cornix*
вид Грач – *Corvus frugilegus*
вид Галка – *Corvus monedula*
вид Сойка – *Garrulus glandarius*
вид Сорока – *Pica pica*
вид Свиристель - *Bombycilla garrulus*
вид Пуночка – *Plectrophenax nivalis*

Класс Млекопитающие, или Звери – *Mammalia* или *Theria*
- отряд Насекомоядные – *Insectifora*
  - вид Еж обыкновенный – *Erinaceus europaeus*
  - вид Крот обыкновенный – *Talpa europaea*
- отряд Рукокрылые – *Chiroptera*
  - вид Ушан бурый – *Plecotus auritus*
  - вид Рыжая вечерница – *Nyctalus noctula*
- отряд Зайцеобразные – *Lagomorpha*
  - вид Заяц-беляк – *Lepus timidus*
  - вид Заяц-русак – *Lepus europaeus*
- отряд Грызуны – *Rodentia*
  - вид Белка обыкновенная – *Sciurus vulgaris*
  - вид Суслик большой – *Citellus major*
  - вид Бобер обыкновенный – *Castor fiber*
  - вид Мышь лесная – *Apodemus silvaticus*
  - вид Мышь полевая – *Apodemus agrarius*
  - вид Полевка обыкновенная – *Microtus arvalis*
  - вид Серая крыса – *Rattus norvegicus*
- отряд Хищные – Carnivora
  - вид Бурый медведь (*Ursus arctos*)
  - вид Волк (*Canis lupus*)
  - вид Енотовидная собака (*Nyctereutes procyonoides*)
  - вид Лисица – *Vulpes vulpes*
  - вид Степной хорек – *Mustela eversmanni*
  - вид Барсук – *Meles meles*
- отряд Парнокопытные - *Artiodactyla*
  - вид Кабан – *Sus scrofa*
  - вид Корова – *Bos Taurus*
  - вид Благородный олень – *Cervus elaphus*
  - Лось – *Alces alces*

ПЕРЕЧЕНЬ ПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКИХ ЭКСПОНАТОВ

1. Рог с частью черепа первобытного бизона (*Bison priscus*).
2. Тазовая кость, плечевая, лучевая, карпальная, пястная, бедренная кость новорожденного бизона, берцовая, таранная, пяточная кости, центральная кость предплюсны первобытного бизона первобытного бизона (*Bison priscus).*
3. Шейный позвонок (отряд Парнокопытные – *Aptiodactyla*).
4. Большая берцовая кость кулана (*Eguus hemionus*).
5. Большая берцовая кость лошади (*Eguus calallus*).
6. Плечевая кость шерстистого носорога, грудной позвонок, локтевая кость, тазовая кость шерстистого носорога (*Coelodonta antiquitatis*).
7. Атлант шерстистого носорога (*Coelodonta antiquitatis*).
8. Зуб шерстистого носорога (*Coelodonta antiquitatis*).
9. Молодой зуб шерстистого носорога (*Coelodonta antiquitatis*).
10. Лобная кость гигантского оленя (*Megaloceros gigantus*).
11. Отросток рога гигантского оленя*,* атлант, эпистрофей, последний шейный позвонок, плечевая, большая берцовая кость, кость плюсны, таранная и пяточная кости (*Megaloceros gigantus*).
12. Зуб ископаемого слона (сем. *Elephantidae*).
13. Обломок ребра ископаемого слона (сем. E*lephantidae*).
14. Фрагмент лопатки ископаемого слона (сем. *Elephantidae*).
15. Бедренная кость ископаемого слона (сем. *Elephantidae)*.
16. Фрагмент бивня ископаемого слона (сем. *Elephantidae*).
17. Коренной зуб мамонта, скуловая кость, альвеола челюстной кости, бивень, грудной и первый поясничный позвонки, плечевая, большая берцовая и тазовая кости (*Mammuthus primigenius*).
18. Раковины, отпечатки и слепки моллюсков (*кл.Gastropoda, кл. Bivalvia*).
19. Раковины аммонитов *(кл. Cephalopoda*).
20. Белемнит (*кл. Cephalopoda*).
21. Ископаемый коралл (*кл. Anthozoa*).
22. Трилобит (*кл. Trilobita*).
23. Слепок морского ежа (*кл. Echinoidea*).
24. Морская лилия (*кл. Crinoidea*).
25. Членики морской лилии *(кл. Crinoidea*).

СПИСОК ЭКСПОНАТОВ ПО ТИПУ ОБЪЕКТА

Влажные препараты – законсервированные в жидкости животные или их отдельные части.

1. Морфологические (целостные тотальные препараты животных):

- аскарида;
- веретеница ломкая;
- гадюка обыкновенная;
- геккон гребенчатый;
- геккон серый;
- голотурия;
- гюрза;
- долгопер восточный;
- желтобрюхий полоз;
- зародыш акулы колючей;
- звездчатая камбала;
- карась;
- каталуфа;
- колючая акула (катран);
- колюшка девятииглая;
- конская актиния;
- мабуя золотистая;
- медуза аурелиа;
- морской еж;
- нереида;
- паразитические черви в кишечнике человека;
- пескожил;
- полоз узорчатый;
- рак-отшельник;
- речная минога;
- речной рак;
- рыба-лира;
- рыба-матросик;
- севрюга;
- сеголетки осетровых рыб;
- скат-хвостокол;
- стерлядь;
- сцифомедуза;
- тригла чешуйчатая;
- уж водяной.
- эхинококк;

- язь обыкновенный.

2. Зоотомические (вскрытые животные или отдельная отпрепарированная система органов):

- верхняя и нижняя челюсти лягушки;
- внутреннее строение дождевого червя;
- внутреннее строение костистой рыбы;
- внутреннее строение лягушки;
- вскрытый речной рак;
- мочеполовая система птицы;
- пищеварительная система озерной лягушки;
- сердце голубя;
- сердце крупного рогатого скота;
- язык коровы.

3. Препараты, иллюстрирующие индивидуальное развитие животного:

- развитие земноводных;
- развитие костистой рыбы;
- развитие курицы;
- развитие тритона.

Таксидермический материал – чучела, тушки, части внешних покровов животных.

1. Чучела (снятая и обработанная шкурка, которую набивают специальным материалом и с помощью каркаса придают животному естественную форму и позу):

- белка обыкновенная;
- бурый медведь;
- волк;
- ворона серая;
- галка;
- глухарь;
- голубь сизый;
- городская ласточка;
- длиннохвостая неясыть;
- домовой воробей;
- дрозд-рябинник;
- енотовидная собака;
- заяц беляк;

- заяц русак;
- кабан;
- камышница;
- коростель;
- кряква;
- курица домашняя;
- куропатка;
- обыкновенная неясыть;
- птенцы утки-кряквы;
- пуночка;
- свиристель;
- свиязь;
- серая ворона;
- серая цапля;
- сизый голубь;
- сова болотная;
- сова ушастая;
- сойка;
- сорока;
- степной хорек;
- тетерев;
- тундряная куропатка;
- хорек;
- чернеть хохлатая;
- черноголовая чайка;
- черный стриж;
- чибис;
- чирок свистунок;
- чирок трескунок.

2. ***Тушки*** (набитые шкурки без каркаса):
    - белка обыкновенная;
    - большой пестрый дятел;
    - большой суслик;
    - вьюрок;
    - дрозд деряба;
    - заяц беляк;
    - заяц русак;
    - зяблик;
    - крот;
    - кулик чернозобик;

- лесная мышь;
- лунь;
- малый перевозчик;
- мухоловка пеструшка;
- обыкновенная полевка;
- обыкновенный еж;
- переднеазиатский хомяк;
- рыжая полевая мышь;
- серая крыса;
- серая куропатка;
- скворец;
- сойка;
- степной хомяк;
- чечевица;
- чиж;
- чирок свистунок;
- щегол;
- щур.

3. Части внешних покровов животных:

- кожа обыкновенного ужа;
- кожа удава;
- кожный покров с иголками ежа обыкновенного.
- копыто лося;
- раковины моллюсков
- рога лося.

Остеологические препараты – целые скелеты животных или наборы их костей.

- пластина китового уса;
- скелет голубя;
- скелет кошки;
- скелет крота;
- скелет крысы;
- скелет ужа;
- скелет ящерицы;
- череп барсука;
- череп кабана;
- череп коровы;
- череп лисы;

- череп лося.

Сухие препараты:

- гнезда ос;
- гнезда птиц.

Коллекции:

- биоценоз пресного водоема;
- вредители леса;
- двустворчатые моллюски;
- коконы тутового шелкопряда;
- кораллов;
- модификация перьев;
- насекомые: хищники и паразиты;
- насекомых;
- низшие и высшие ракообразные;
- понятие аналогии и гомологии на примере членистоногих;
- примеры предупреждающей окраски у насекомых;
- раковин моллюсков;
- следы жизнедеятельности бобра;
- следы жизнедеятельности дрозда рябинника;
- следы жизнедеятельности дятла;
- следы жизнедеятельности лося;
- следы жизнедеятельности позвоночных животных;
- характер питания амфибий;
- шишки, обработанные мышевидными грызунами;
- яйца птиц;
- яйца японского перепела.

ЛИТЕРАТУРА

1. Животный мир Башкортостана [Текст] / под ред. М.Г. Баянова, Е.В. Кучерова. – Уфа: Китап, 1995. – 312 с.
2. Животные Башкортостана [Текст] / М.Г. Баянов, И.П. Дьяченко, В.Ф. Хабибуллин и др. –Уфа: РИЦ БашГУ, 2016. -388 с.
3. Жизнь животных [Текст]. В 7 т. Т.1. – М.: Просвещение, 1987. – 448с.
4. Жизнь животных [Текст]. В 7 т. Т.2. – М.: Просвещение, 1988. – 447с.
5. Красная книга Башкирской АССР. Редкие растения и животные. Проблемы их охраны. [Текст]. – Уфа: Баш. кн. изд-во, 1987. –212 с.
6. Красная книга Республики Башкортостан. Т. 3. Животные / под ред. М.Г. Баянова. –Уфа: Башкортостан, 2004. – 180 с.
7. Красная книга Республики Башкортостан. Т. 2. Животные. Уфа: Информреклама, 2014. -244 с.
8. Методические указания для проведения занятий в зоологическом музее [Текст] / сост. В.М. Гуров. – Уфа: БГУ, 1982.
9. По страницам истории животного мира. Набор открыток / Художник-палеонтолог К.К. Флёров. Автор текста В.И. Жигалло, В.А. Корабельников. – М.: Изобразительное искусство, 1989.
10. Птицы Европы [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.ebirds.ru/article/index.htm 10.07.17.
11. Райков, Б.Е. Зоологические экскурсии [Текст] / Б.Е. Райков, М.Н.Римский-Корсаков – М.: Цитадель-трейд, 2002. – 636 с.
12. Список ведомственных музеев г.Уфы. Национальный музей Республики Башкортостан [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://museumrb.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=314:spisok-vedomstvennyx-muzeev&catid=15&Itemid=60. 25.01.18.
13. Шарова, И.Х. Зоология беспозвоночных [Текст] / И.Х. Шарова. Учебник для вузов. – М.: Владос, 1999. – 592 с

ПРИЛОЖЕНИЕ

(*фото сделаны Д.З. Шарафутдиновым*)

Рис.1. Волк (*Canis lupus*)

Рис.2. Енотовидная собака (*Nyctereutes procyonoides*)

Рис.3. Благородный олень (*Cervus elaphus*)

Рис.4. Белка обыкновенная (*Sciurus vulgaris*)

Рис.5. Степной хорек *(Mustela eversmanni*)

Рис.6. Еж обыкновенный (*Erinaceus europaeus)*

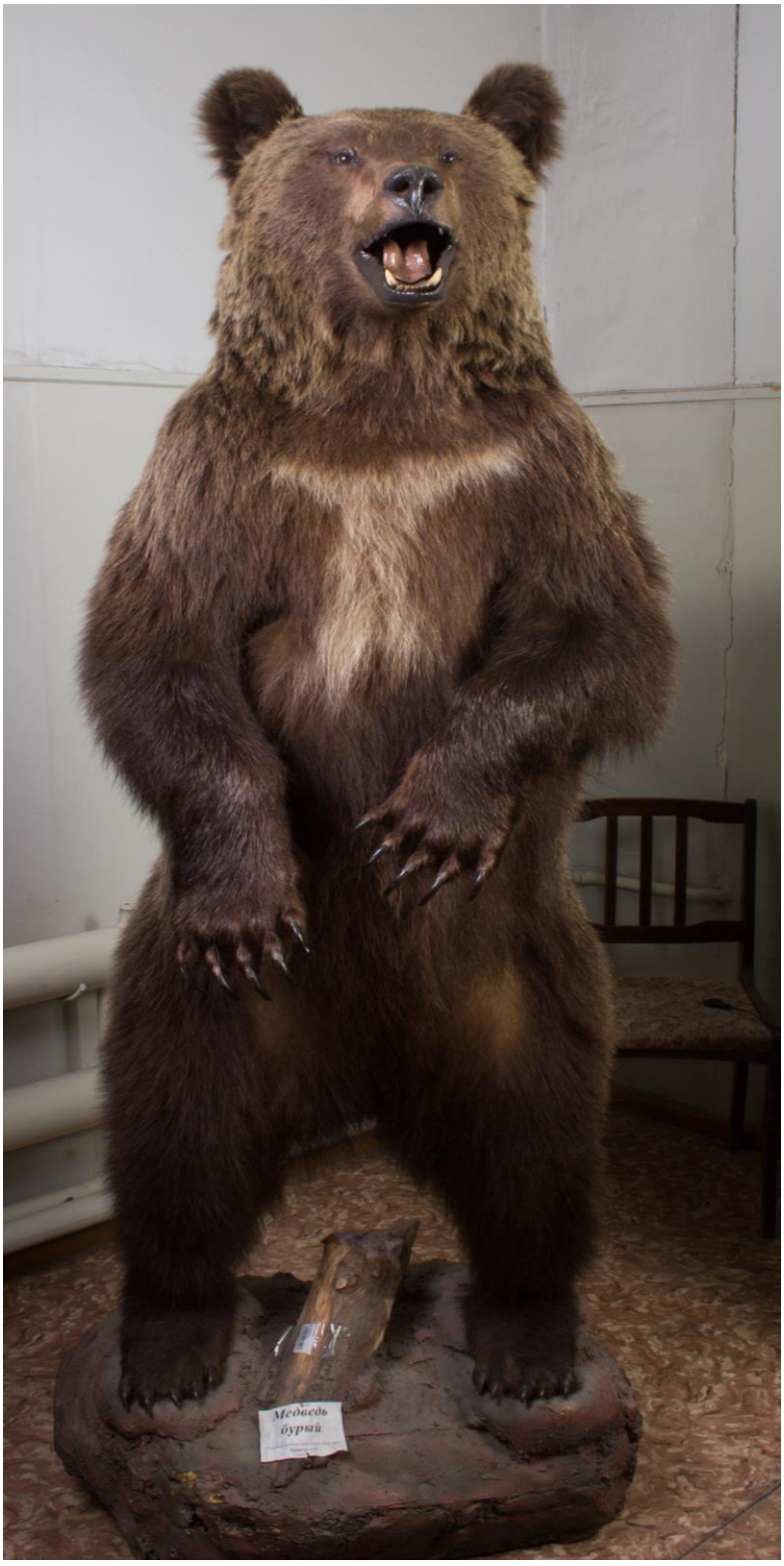


Рис.7. Бурый медведь (*Ursus arctos*)

Рис.8. Кабан (*Sus scrofa*)

Рис.9.Свиязь (*Anas penelope)*

Рис.10. Черноголовый хохотун (*Larus ichthyaetus*)

Рис.11. Серая цапля (*Ardea cinerea*)

Рис.12. Галка (*Corvus monedula*)

Рис.13. Серая ворона (*Corvus cornix*)

Рис.14. Свиристель (*Bombycilla garrulus*)

Рис.15. Длиннохвостая, или уральская неясыть (*Strix uralensis)*

Рис.16. Пуночка, или снежный подорожник, или снежный воробей, или снегурочка (*Plectrophenax nivalis*)

Рис.17. Глухарь (*Tetrao urogallus*)

Рис.18. Тундряная куропатка (*Lagopus mutus*)

Рис.19. Болотная черепаха (*Emys orbicularis*)

Рис.20. Среднеазиатская черепаха (*Testudo horsfieldi*)

Рис.21. Скелет кошки

Рис.22. Коллекция рыб

Рис. 23. Профессор М.Г.Мигранов с коллекцией бабочек

Рис. 24. Определение костных остатков

СОДЕРЖАНИЕ

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ЗООЛОГИЧЕСКОМ МУЗЕЕ 3
ЯМАЛОВА Г.В. – ИНИЦИАТОР СОЗДАНИЯ ЗООЛОГИЧЕСКОГО МУЗЕЯ 5
КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЭКСПОНАТОВ 6
Беспозвоночные животные 6
Позвоночные животные 20
Палеонтологические экспонаты 58
СИСТЕМАТИЧЕСКИЙ СПИСОК ЭКСПОНАТОВ 63
ПЕРЕЧЕНЬ ПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКИХ ЭКСПОНАТОВ 69
СПИСОК ЭКСПОНАТОВ ПО ТИПУ ОБЪЕКТА 70
ЛИТЕРАТУРА 75
ПРИЛОЖЕНИЕ 76

Учебное пособие

АННОТИРОВАННЫЙ СПИСОК ФОНДА ЗООЛОГИЧЕСКОГО МУЗЕЯ КАФЕДРЫ БИОЭКОЛОГИИ И БИОЛОГИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ БГПУ им.М.АКМУЛЛЫ

Составители:
Рида Сагитовна Мусалимова,
Венер Нуруллович Саттаров,
Марат Галиханович Мигранов,
Татьяна Ивановна Яковлева

Редактор Т.В.Подкопаева

Лиц. на издат. деят. Б848421 от 03.11.2000 г. Подписано в печать 19.04.2018.
Формат 60Х84/16. Компьютерный набор. Гарнитура Times
Отпечатано на ризографе. Усл. печ. л. – 6,0. Уч.-изд. л. – 5,8.
Тираж 100 экз. Заказ №

ИПК БГПУ 450000, г.Уфа, ул. Октябрьской революции, 3а

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ им. М.АКМУЛЛЫ**

Л.Г. Наумова

ВВЕДЕНИЕ В ФИТОЦЕНОЛОГИЮ

Учебное пособие

Уфа 2016

УДК 581.5
ББК 28.58я73
Н 34

Печатается по решению учебно-методического совета БГПУ

Наумова, Л.Г.
Введение в фитоценологию [текст]: учеб. пособие. Л.Г. Наумова. – Уфа: Изд-во БГПУ, 2016. – ?? с.

В данном учебном пособии

Рекомендовано студентам старших курсов вузов (бакалаврам и магистрам), обучающимся по направлениям (и профилям): экология и природопользование (природопользование, охрана природы), биология (биоэкология, генетика), педагогическое образование (биология, география, химия). Кроме того, учебное пособие может быть полезным аспирантам и научным сотрудникам, работающим в области биологических наук, а также рационального природопользования и сохранения биоразнообразия.

Рецензенты:
ВБ. Мартыненко, д-р биол. наук, зав. Лабораторией геоботаники и охраны растительности УИБ РАН;
Л.А. Гайсина, д-р биол.наук, зав. кафедрой биологии и биологического образования БГПУ.

??ISBN 978-5-87978-936-2

© Изд-во БГПУ, 2016
© Наумова Л.Г.

ВВЕДЕНИЕ: РОЛЬ И МЕСТО ФИТОЦЕНОЛОГИИ В СОВРЕМЕННОЙ НАУКЕ И ПРАКТИКЕ РАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

Цель любой науки – содействовать решению практических задач, при этом для практики имеют значения науки, разрабатывающие теоретические проблемы. Альберт Эйнштейн по этому поводу писал, что нет ничего практичнее, чем хорошая теория.

Экология – главная наука XXI в. На разных этапах развития цивилизации самыми важными были разные науки. В античном мире главной наукой была философия: ученые хотели понять самую суть организации мира. В XVIII в. и в начале XIV в. главной наукой стала механика, в это время были созданы паровые машины и первые пароходы и паровозы. В XIX в. главенствовала физика, которая сохранила ведущую роль и в первой половине XX в. В это время развивалась авиация и появились атомные реакторы. Во второй половине XX в. на роль лидеров вышли химия и биология (молекулярная биология, генетика). В XXI в. наукой-лидером стала экология, которая из биологической науки об отношениях живых организмов с условиями среды разрослась в широкий междисциплинарный комплекс наук об отношениях человека с окружающей средой. Бурно развивались науки о технологии природопользования и охране природы (агроэкология, городская экология, промышленная экология, лесная экология, экология сохранения биологического разнообразия и мн. др.). Важную роль стала играть социальная экология, изучающая отношения человечества с окружающей средой.

Причиной повышения интереса к наукам экологического комплекса стал кризис в отношениях человека и природы. Стало очевидно, что только с помощью экологии человечество сможет решать проблемы оптимизации отношений с окружающей средой. Экологи разработали стратегию недопущения экологического кризиса – концепцию устойчивого развития.

Фитоценология как важнейшей составляющая экологии. Большое значение фитоценологии – учения о фитоценозах (растительных сообществах) для экологии обусловлено следующими ее особенностями.

Во-первых, фитоценозы являются продуцирующими блоками всех (кроме городских) экосистем. Накопленная ими энергия и органические вещества дают жизнь гетеротрофным компонентам экосистем (животным, грибам, бактериям). Фитоценозы – это главный фактор формирования почвы.

Во-вторых, фитоценозы служат маркерами экосистем, которые позволяют различать эти единства организмов и условий среды их обитания. По фитоценозам различать экосистемы значительно проще, чем по составу животного населения или микроорганизмов.

В-третьих, по составу фитоценозов наиболее просто осуществлять мониторинг изменения экосистем под влиянием потепления климата или любых других факторов антропогенного воздействия на экосистемы.

Следует отметить, что восприятие растительного мира человеком всегда было «фитоценотическим». Под понятиями «лес», «луг», «степь», «болото» и т.д. всегда подразумевалась совокупность видов растений.

Многомерная ценность фитоценозов. Фитоценозы играют основополагающую роль в жизни человечества. Они обладают высокой прямой коммерческой ценностью: являются источниками древесины, корма для животных, технического, лекарственного, пищевого сырья и др. Кроме того, они обладают еще более высокой непрямой коммерческой ценностью как источники экологических услуг – выступают в роли регуляторов состава атмосферы (поглощают углекислый газ, выделяют кислород) и гидрологического режима ландшафтов (регулируют режим паводков и выступают в роли накопителей воды).

Значение фитоценологии в разработке системы рационального природопользования. Большую роль фитоценология играет в современном природопользовании. С ее использованием решаются следующие задачи:

1) инвентаризация растительного покрова (устанавливаются типы фитоценозов, их площадь и продуктивность, наличие в их составе ресурсных видов);

2) организация системы рационального (неистощительного) использования растительности:

– установление экологических нормативов изъятия первичной биологической продукции из разных типов фитоценозов;

– определение величины пастбищной емкости (максимально возможного количества сельскохозяйственных животных на 1 га пастбища;

– определение лесосеки (площади лесов, которые ежегодно могут вырубаться);

– определение рекреационной емкости фитоценозов (количества отдыхающих, которые могут ежегодно посещать лес или другие типы растительности);

3) организация системы охраны растительности:

– составление «Зеленых книг» (списков фитоценозов, нуждающихся в охране);

– выделение особо охраняемых природных территорий (заповедники, национальные и природные парки, заказники, памятники природы, санаторно-курортные местности);

4) организация мониторинга состояния экосистем. Как уже отмечалось, фитоценозы являются маркерами экологических систем, т.е. с каждым фитоценозом связаны определенные гетеротрофные виды (животные, грибы, микроорганизмы и др.)

Задачи настоящего пособия. Пособие включает рассмотрение общих вопросов фитоценологии: истории этой науки, признаков фитоценозов и

принципов их организации, классификации и динамики фитоценозов. В заключение показано место фитоценоза как органичной части экосистемы.

ГЛАВА 1. ФИТОЦЕНОЛОГИЯ КАК ЧАСТЬ НАУКИ О РАСТИТЕЛЬНОСТИ

Фитоценология является частью широкого междисциплинарного комплекса (МДК) «Наука о растительности» (НОР), объединяющего науки, изучающие отношения растений с условиями среды на уровнях от отдельных особей до флор (совокупностей видов определенных территорий). Структура НОР показана в таблице 1.

В этом МДК фитоценология занимает центральное положение, поскольку фитоценозы – это основная форма существования видов растений и их популяций. Поэтому фитоценозы являются «матрицей», на которой изучается экология видов. Изучение популяций также проводится в границах фитоценозов, а анализ флоры предполагает предварительное выявление видового разнообразия отдельных фитоценозов.

Важные разделы фитоценологии – классификация фитоценозов и динамика растительности. Эти разделы имеют в равной мере теоретическое и практическое значение и позволяют составить представление о разнообразии фитоценозов в экологическом пространстве и об их изменении под влиянием различных факторов. Причиной динамики растительности могут быть как внутренние факторы, отражающих взаимоотношения растений друг с другом и со средой, так и внешние, в первую очередь связанные с влиянием человека.

Таблица 1

Место фитоценологии в междисциплинарном комплексе «Наука о растительности»

Уровень организации объекта исследований	Наука	Основные задачи
Организменный	Экофизиология	Изучение процессов адаптации растений к экологическим условиям
Популяционный	Популяционная биология растений	Изучение популяций растений – их состава, генетического и фенетического разнообразия, динамики и пространственной структуры в связи с условиями среды
Видовой	Ареалогия (ботаническая география)	Изучение ареалов видов
	Экология растений	Классификация видов по их отношению к градиентам факторов среды
	Экологическая морфология растений	Изучение жизненных форм растений

	Экологическая биология растений	Изучение стратегий растений, экологии репродуктивного процесса (типов опыления, способов распространения плодов и семян и т. пр.)
Фитоценотический	Фитоценология	Изучение факторов и моделей организации фитоценозов, их видового богатства, морфологии (синморфологии), экологии (синэкологии), форм циклической изменчивости, динамики (синдинамики), продуктивности. Классификация фитоценозов (синтаксономия), география растительности
Инфраценотический	Флористика (ботаническая география)	Изучение флор

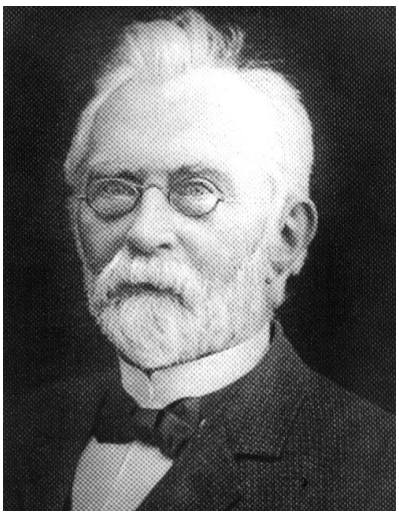
Вопросы для контроля усвоения материала главы 1
??

ГЛАВА 2. ИСТОРИЯ ФИТОЦЕНОЛОГИИ

Фитоценология – сравнительно молодая наука, развитие которой связано с XX столетием. Датой ее «рождения» считается 1910 год, когда на III Международном ботаническом конгрессе (Брюссель) было принято определение растительной ассоциации (аналога вида в систематике растений) как основной единицы классификации фитоценозов. Однако становлению фитоценологии предшествовали исследования по изучению флоры и растительности в XVIII-XIX вв. Таким образом, в становлении и развитии фитоценологии различаются три периода: предыстория, история, современная фитоценология.

2.1. Предыстория (до 1910 г.).

До 1910 г. ботаники не различали понятия «флора» (совокупность видов растений на определенной территории) и «растительность» (совокупность растительных сообществ). Однако кроме списка флоры они выделяли крупные единицы растительности – формации по преобладанию видов одной жизненной формы. Этот подход независимо развивался в разных странах: Германии (А. Гумбольдт, А. Гризебах), Франции (Х. Крист), России (С.И. Коржинский), Дании (О. Друде, А. Варминг).



Евгений Варминг – выдающийся датский ботаник (1841-1924)

Сергей Иванович Коржинский – выдающийся русский ботаник (1861-1900)

В настоящее время такой подход используется на экосистемном уровне, а термин «формация» заменен термином «биом», под которым понимается совокупность экосистем, в растительных сообществах которых преобладают виды одной жизненной формы. Примеры биомов: тайга, широколиственный лес, степь, пустыня и др.

2.2. История (1910-1950 гг.)

Этот период истории фитоценологии открывается, как отмечалось, датой проведения III Международного ботанического конгресса (1910), на котором было принято определение основной единицы классификации фитоценозов – растительной ассоциации, предложенное французскими учеными К. Флао и К. Шретером (Ch. Flahault, C. Schrëter). Это понятие имело следующее определение: «**Ассоциация представляет собой растительное сообщество определенного флористического состава с единообразными условиями местообитания и единообразной физиономией**». (В то время растительная ассоциация понималась как аналог вида в систематике растений).

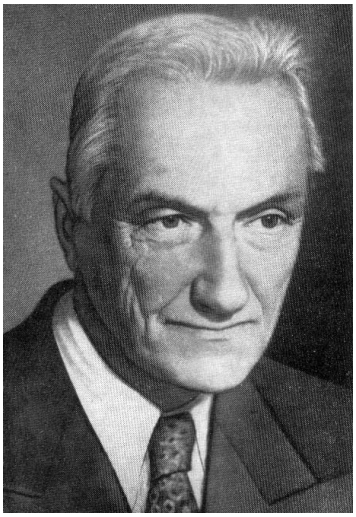
В соответствии с таким определением растительной ассоциации под фитоценозом понимался однородный контур растительности, в котором виды сходно относятся к условиями среды и связаны взаимными отношениями. При этом считалось, что фитоценозы четко отграничены друг от друга (как особи растений).

Такой взгляд на природу растительного сообщества в дальнейшем стало основой концепции дискретности растительного покрова, которая была руководящим принципом классификации растительных сообществ до окончания этого периода истории фитоценологии.

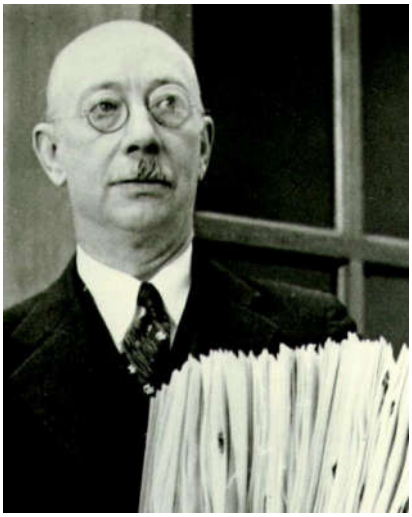
В фитоценологии получили развитие два подхода к классификации растительности (см. раздел??). Первый подход – классификация по доминантам, второй – на основе флористических критериев (подход Ж. Браун-Бланке). Р. Уиттекер (Whittaker, 1962), который писал об «экологии экологов» назвал эти подходы северной и южной традициями, так как первый подход сформировался при классификации лесов, а второй – при классификации травяной и кустарниковой растительности с невыраженными доминантами.

В 1930-1950 гг. в странах Европы и в Японии доминантный подход к классификации растительности постепенно был вытеснен флористическим подходом. Это способствовало унификации классификации растительности на основе единых принципов. В СССР доминантный подход использовался до 1980-х гг.

Впрочем, в те же годы, когда было принято определение растительной ассоциации и сформировался дискретный взгляд на природу растительности появились иные представления. Благодаря работам русского ученого Л.Г. Раменского и американского эколога Г. Глисона (H.Gleason) получил развитие взгляд на природу растительности как на непрерывное явление: в природе нет четко различимых фитоценозов (концепция континуума).



Леонтий Григорьевич Раменский (1884-1953)



Генри Глисон (1882-1975)

Экология каждого вида индивидуальна, и потому растительность постепенно меняется вдоль градиентов факторов среды (например, по фактору увлажнения, рис. 1). Этот взгляд на растительность не был понят современниками, для его признания потребовалось почти полвека.

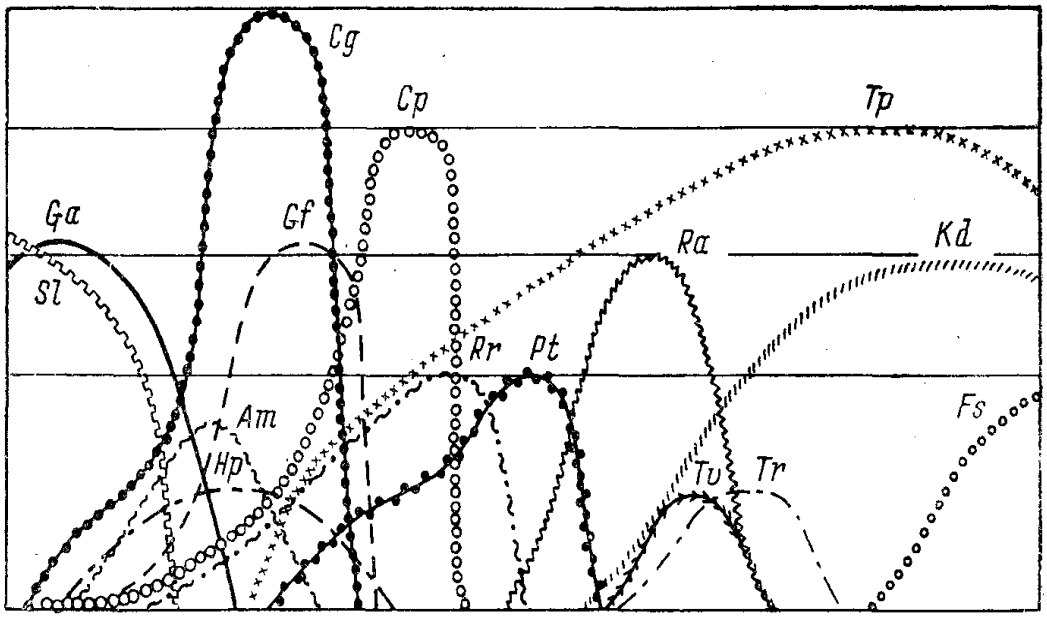


Рис. 1. Изменение состава луговой растительности вдоль градиента увлажнения (по: Раменский, 1924)
Fs – ***Festuca sulcata*****, Kd –** ***Koeleria delavignei*****, Tp –** ***Trifolium pratense*****, Tr –** ***T. repens*****, To –** ***Taraxacum officinale*****, Ra –** ***Ranunculus acris*****, Pt –** ***Poa trivialis*****, Rr –** ***Ranunculus repens*****, Cp –** ***Caltha palustris*****, Gf –** ***Glyceria fluitans*****, Cg –** ***Carex gracilis*****, Hp –** ***Heleocharis palustris*****, Am –** ***Alisma plantago-aquatica*****, Ga –** ***Glyceria aquatica*****, Sl –** ***Scirpus lacustris***

2.3. Современная фитоценология (после 1950 г.)

Этапными событиями для формирования современной фитоценологии стали исследования двух научных школ американских экологов Дж. Кертиса (J. Curtis) и Р. Уиттекера (R. Whittaker). Ученые этих школ исследовали растительность штата Висконсин (Curtis, 1959) и горные экосистемы Северной Америки (Whittaker, 1956, 1960).

Джон Кертис

Роберт Уиттекер

(1913-1961) **(1920-1980)**

Результаты этих исследований на большом фактическом материале подтвердили правильность представлений Л.Г. Раменского и Г. Глисона о непрерывности растительного покрова.

Публикация работ Дж. Кертиса и Р. Уиттекера стала поводом для нескольких острых дискуссий между сторонниками дискретности и непрерывности растительности. Р. Макинтош (R. McIntosh) назвал противоборствующие стороны «геоботаническими Монтекки и Капулетти», а дискуссию считал «вечной» и сравнивал с бессмертным графом Дракулой. Однако со временем дискуссии утихли, и большая часть фитоценологов приняла точку зрения континуалистов: фитоценоз стали понимать не как дискретную единицу растительного покрова, а как условно однородную часть растительного континуума.

В этот период резко усилилось международное сотрудничество фитоценологов разных стран, причем с 1980-х гг. в нем стали участвовать советские, а затем российские ученые. Наша страна вошла в «ареал» использования подхода Браун-Бланке (см. ?? раздел). Все это благотворно сказалось на теоретическом уровне исследований российских фитоценологов.

Во второй половине периода современной фитоценологии благодаря быстрому развитию информационных технологий, базирующихся на использовании компьютеров, были созданы электронные базы данных геоботанических описаний и появились автоматические методы классификации фитоценозов. Базы геоботанических описаний дают возможность анализировать материал на уровне видов, сообществ, экосистем и ландшафтов (Голуб, 2012).

Вопросы для контроля усвоения материала главы 2

??

ГЛАВА 3. СОСТАВ ФИТОЦЕНОЗА

Самая важная характеристика фитоценоза – видовой состав, т.е. список составляющих его видов. Видовой состав отражает условия среды, в которых сформировался фитоценоз, и его продуктивность. Он оценивается двумя показателями – видовым богатством и экологическим разнообразием.

3.1. Видовое богатство фитоценоза

Видовое богатство (число видов на единицу площади) – важнейшая интегральная характеристика фитоценоза и одна из форм общего

биологического разнообразия, т.е. богатства экосистем видами. Видовое богатство зависит от размера учетной единицы и комплекса экологических условий.

3.1.1. Кривая «число видов/площадь»

Размер учетной единицы является первостепенным фактором оценки видового богатства фитоценозов. В мелком масштабе (1 $дм^2$) наибольшим видовым разнообразием характеризуются альварные луга, распространенные в Эстонии и Швеции. Эти луга сформированы маленькими по размеру растениями, и потому даже на такой учетной площадке насчитывается до 40 видов. В курских луговых степях на 1 $м^2$ насчитывается до 100 видов. В крупном масштабе (сотни квадратных метров) наиболее богаты видами сообщества тропических лесов: на 400 $м^2$ может произрастать до двух тысяч видов деревьев, лиан и эпифитов.

Зависимость видового богатства от площади учета выявляют с помощью вписанных друг в друга квадратных или круглых площадок увеличивающегося размера. Таким путем строится **кривая «число видов/площадь»**. В большинстве случаев при заложении в фитоценозах «матрешек» (площадок размером 0.1; 0.25; 1; 4; 9; 16; 25; 100 $м^2$ и т.д.) кривые вначале резко поднимаются вверх, а потом постепенно переходят на плато. Начало перехода на плато показывает, что на площадке этого размера в основном выявлены все виды фитоценоза.

При этом выявляется общая закономерность зависимости видового богатства от площади учета: чем фитоценоз богаче видами, тем меньше размер площади, при котором кривая выходит на плато.

Размер учетной единицы, при котором происходит «перелом» кривой (хотя не всегда четко выраженный), называется **минимальным ареалом**. Пробную площадку этого размера фитоценологи используют при выполнении геоботанических описаний.

На рис. 2 приведены кривые «число видов/площадь» для разных типов растительности Монголии. На основании этих кривых несложно установить размер учетной площадки.

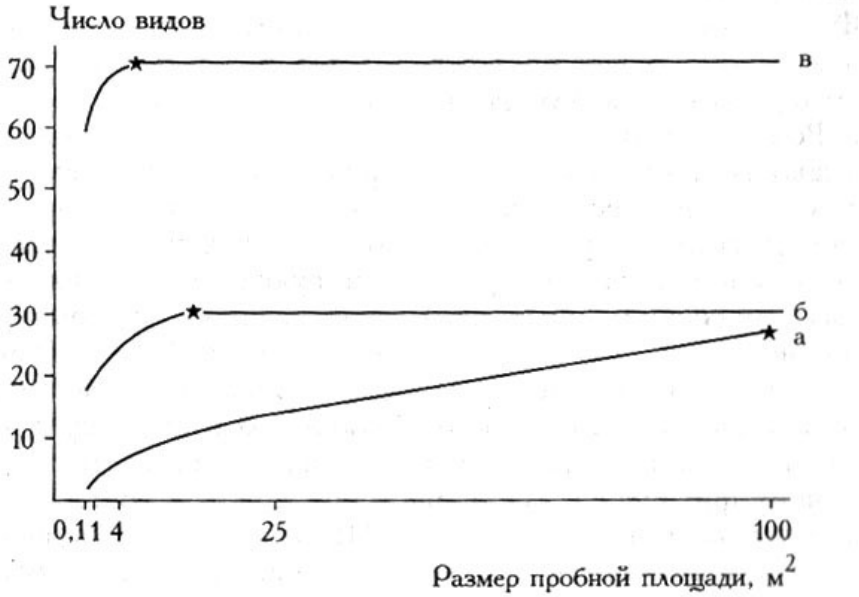


Рис. 2. Кривые «число видов/площадь» для фитоценозов пустыни (а), пустынной степи (б) и луговой степи (в); * соответствует минимальному ареалу.

Для бедных видами фитоценозов пустынь площадка не может быть меньше 100 м^2. Степные фитоценозы, где на 100 м^2 произрастает 20–40 видов, целесообразно описывать на площадках размером 25 м^2, богатые видами (свыше 40 на 100 м^2) фитоценозы лугов и луговых степей – на площадках 4 м^2. Моховые фитоценозы изучают на площадках размером 1 дм^2 (Баишева и др., 2016).

3.1.2. Гипотезы объяснения видового богатства

Размер площади учета – это субъективный фактор, влияющий на оценку видового богатства изучаемого фитоценоза, поскольку ее размер исследователь выбирает сам. Объективные факторы, определяющие число видов в фитоценозе, многочисленны и сложно взаимодействуют, что дало основание Р. Уиттекеру (1980) писать о том, что видовое богатство – наиболее трудно прогнозируемая характеристика фитоценоза.

Именно большое число факторов, влияющих на видовое богатство, привело к поразительному разнообразию гипотез объяснения этого феномена. Так, М. Палмер (Palmer, 1994) приводит 120 гипотез.

Предложена феноменологическая (т.е. объяснительная) модель влияния основных факторов на формирование видового богатства фитоценозов (рис. 3). Кратко рассмотрим эти факторы.

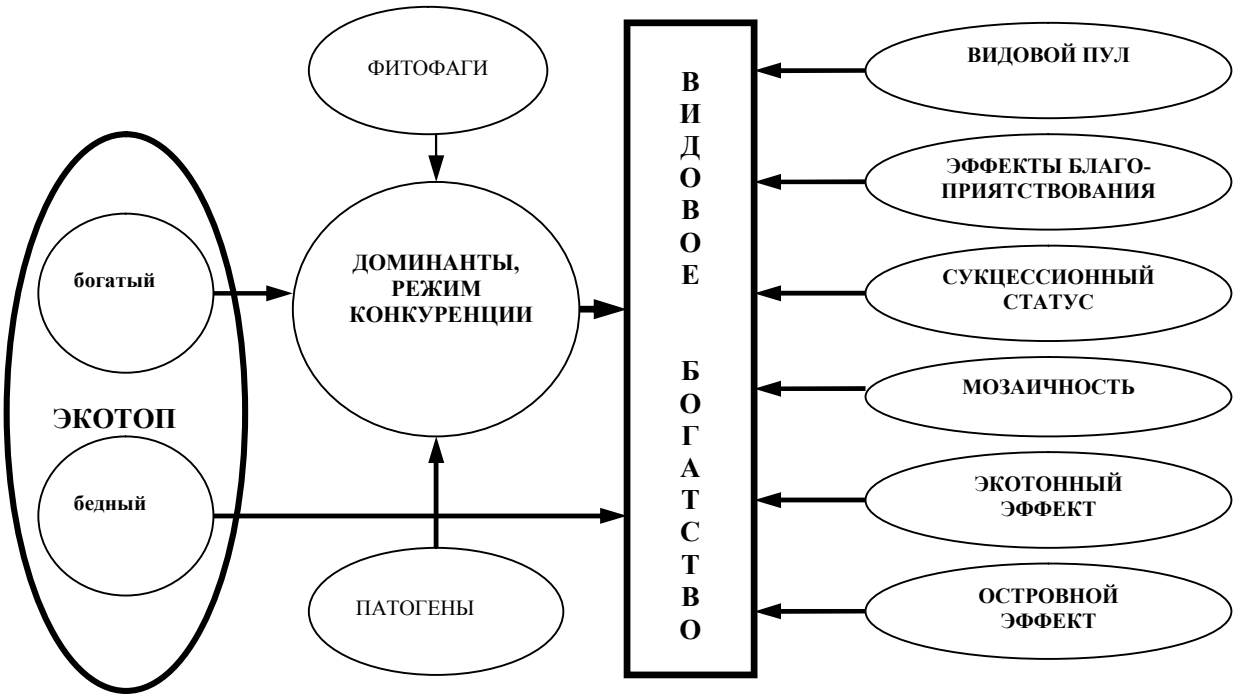


Рис. 3. Основные факторы, которые могут влиять на видовое богатство растительных сообществ

Экотоп («абиотическая матрица») – главный фактор, определяющий видовое богатство. В состав экотопа входят климат и факторы почвенной среды – режим увлажнения, обеспеченность элементами минерального питания, pH почвенного раствора, засоление. Комплекс факторов почвенной среды определяет плодородие почвы, от которого зависит продуктивность фитоценоза. Экотоп влияет на фитоценоз непосредственно или опосредованно.

В первом случае он выполняет роль «инвайронментального сита», отбирающего виды, способные жить в этих экстремальных условиях. Такой вариант влияния экотопа проявляется в пустынях, на солончаках, в водной среде. В экстремальных условиях «инвайронментальное сито» имеет «мелкие ячейки», поэтому число видов, которые отбираются в состав фитоценоза, бывает небольшим (как правило, менее 10 видов).

Во втором случае (при благоприятных условиях) экотоп влияет на фитоценозы опосредованно через комплекс фитоценотических факторов: конкурентную мощность доминантов, их биологическую продукцию и общий режим конкуренции. Чем сильнее доминанты, выше биологическая продукция и уровень конкуренции, тем сильнее опосредованное влияние экотопа и ниже видовое богатство фитоценозов. Так, на лугах при внесении минеральных удобрений усиливаются доминанты и возрастает урожайность. При этом из фитоценоза вытесняются ценотически виды и видовое богатство снижается примерно в 2 раза.

Фитофаги. Влияние доминантов может быть ослаблено действием фитофагов. Особенно велика роль фитофагов в богатовидовых фитоценозах степей и саванн. При уменьшении влияния фитофагов усиливаются доминанты, в результате чего происходит снижение видового богатства и деградация фитоценозов. Например, в Зауралье Башкортостана в 1990-2000-е годы снизилось поголовье скота. Вследствие этого на удаленных от населённых пунктов участках, где не проводились выпас и сенокошение, снизилось видовое богатство, так как стали доминировать степные кустарники и корневищные злаки (особенно *Calamagrostis epigeios*). Однако при сильном выпасе, превышающем норматив допустимой пастбищной нагрузки, происходит еще более значительное снижение видового богатства и формируются маловидовые сообщества из видов, устойчивых к выпасу полынка (*Artemisia austriaca*) и типчака (*Festuca valesiaca*).

Патогены. Как и фитофаги, патогены могут влиять на состав фитоценозов, ослабляя доминанты. Так, в тропических лесах доминированию видов деревьев препятствуют специфические виды патогенных грибов, что является одной из причин высокого видового разнообразия деревьев в этих сообществах. Такую же роль могут играть растения-паразиты и полупаразиты, которые сдерживают разрастание доминантов и таким образом повышают видовое богатство.

На видовое богатство растительных сообществ оказывают влияние и факторы «второго порядка».

Видовой пул (богатство флоры региона). Роль этого фактора подчеркивал создатель эстонской геоботанической школы Т. Липпмаа. Влияние видового пула на видовое богатство во многом зависит от наличия «транспортных средств» доставки диаспор (птицы, ветер, водные потоки).

Островной эффект (степень изоляции фитоценозов, влияющей на обмен диаспорами с другими сообществами). Снижение видового богатства небольших изолированных фитоценозов вследствие различий скорости процессов вытеснения и поступления видов является хорошо изученным феноменом. К примеру, на территории Башкирского государственного природного заповедника «островами» являются степи, которые отдалены от основных массивов степей Зауралья и Предуралья на 60–80 км. По этой причине видовое богатство этих «островных» степей на 15–20 видов меньше, чем у «неостровных» степей Зауралья.

Экотонный эффект. Экотоном называется зона контакта двух разных фитоценозов. В этой зоне происходит обогащение видового состава за счет перекрытия видовых комбинаций контактирующих фитоценозов. По причине экотонного эффекта формируется высокое видовое богатство остепнённых лугов (в их составе совмещаются видовые комбинации лугов и степей). Перекрытием видовых комбинаций разных зональных типов лесов (широколиственных, таежных, березово-лиственничных) объясняется высокое видовое богатство лесов Южного Урала, которое 10–20 видов выше, чем у их равнинных аналогов.

Внутриценотические мозаики. В лесных фитоценозах при выпадении отдельных деревьев формируются «окна» (гапы), в которых формируются микрогруппировки луговых и рудеральных видов трав. В итоге общее видовое богатство лесного фитоценоза увеличивается.

Сукцессионный статус. Этим понятием объединяются результаты влияния любых сукцессий: автогенных первичных и вторичных (восстановительных); аллогенных, порождённых влиянием человека (выпас, рекреация, загрязнение и др.). Так, видовое богатство лесных фитоценозов может увеличиваться за счет восстановительных сукцессий после рубок. Повышается видовое богатство лесных фитоценозов и за счет умеренного влияния рекреационного фактора. Как уже отмечалось, видовое богатство фитоценозов снижается под влиянием сильного выпаса. Снижается видовое богатство и при сильной рекреационной нагрузке на фитоценозы.

Видовое богатство фитоценозов может снижаться при внедрении в них агрессивных заносных (инвазивных) видов, которые становятся доминантами. Так, резко снижается видовое богатство фитоценозов влажных местообитаний под влиянием недотроги железконосной (*Impatiens glandulifera*). Внедрение клена американского (*Acer negundo*) в лесные фитоценозы обедняет их видовой состав.

3.1.3. Роль механизмов сосуществования

На видовое богатство фитоценозов оказывают влияние механизмы сосуществования видов – дифференциация экологических ниш и отношения нейтральности.

Дифференциация экологических ниш видов растений достигается за счет различий поглощения ресурсов в сезонных ритмах, разного расположения органов растений в пространстве (над землей и под землей) и т.д.

Для дифференциации экологических ниш большую роль играет биотическая трансформация местообитаний. Так, для видов напочвенного покрова леса реализованные ниши формируются под влиянием доминантов лесного яруса. В тропических лесах значительное число видов составляют эпифиты, ниши для которых также предоставляют деревья (хотя в этом случае такая ниша включает только «дом» и не включает обязательств обеспечения жильца «обедами»). Ниши для растений-паразитов и полупаразитов формируют растения-хозяева.

Кроме дифференциации экологических ниш фактором снижения конкуренции могут быть отношения нейтральности: виды, имеющие сходные эколого-биологические особенности, могут сосуществовать в одной экологической нише. Отношения нейтральности особенно характерны для богатовидовых фитоценозов тропических лесов, а также луговых степей и остепненных лугов.

В некоторых фитоценозах, например, в широколиственных лесах, действуют одновременно оба механизма сосуществования видов: деревья

сосуществуют благодаря дифференциации экологических ниш, а виды напочвенного покрова связаны отношениями нейтральности.

3.1.4. Градиенты видового богатства

Все перечисленные факторы формирования видового богатства взаимодействуют, что объясняет сложность прогноза этой характеристики сообществ.

Р.Уиттекер (1980) писал о главных географических широтных и высотных градиентах видового разнообразия, которое нарастает от высоких широт к низким и от высокогорий к равнинам. Однако эта формулировка чрезмерно обобщенная. Так, Н.В. Матвеева (1995), исследовавшая тундры полуострова Таймыр, выявила их замечательно высокое видовое богатство: на площадках 100 $м^2$ в условиях плакорных тундр, сообщества которых исторически наиболее адаптированы к климатическому комплексу, в разных подзонах было обнаружено от 110 до 180 видов, в том числе 50–60 видов цветковых, столько же лишайников и 40–50 видов мхов. Даже на 1 $дм^2$ число видов достигало 25!

Уменьшение видового богатства от низких высотных уровней в направлении высокогорий также достаточно частная закономерность, которая характеризует вертикальную поясность в горах средней полосы с благоприятным климатом. В условиях пустынь (к примеру, в горах Хангая и Алтая в Монголии) изменение видового богатства подчиняется параболической кривой с максимумом в средней части градиента.

Р. Уиттекер писал об известной независимости изменения богатства сообществ видами, относящимися к разным жизненным формам. Так, на градиенте север–юг (от Арктики к тропикам) нарастает число видов деревьев, но уменьшается число видов трав.

Видовое богатство разных фитоценозов на площадках, соответствующих минимальному ареалу, изменяется в очень широких пределах: от 1–2 видов (в прибрежно-водной или водной растительности, в пустынях или на злостном содовом солончаке) до 1000 видов (в тропическом лесу).

Основные типы фитоценозов средней полосы России имеют следующее видовое богатство:

Тип	*Число видов*
Сенокосные луга…… . . .	40–60
Пастбищные луга …….	20–30
Сенокосные луговые степи…… .	70–90
Пастбищные степи……	20–40
Сегетальные пашенные сообщества……	10–20
Рудеральные сообщества……..	5–15
Широколиственный лес ……	25–40
Хвойный лес……	15–25
Низинные травяные болота……	10–20

Сфагновые болота (с учетом мхов)…….. 20–30

В целом в современной растительности наблюдается тенденция снижения видового богатства фитоценозов из-за усиливающегося влияния на них человека. Поэтому многие виды растений находятся в урожаемом положении.

3.2. Спектр систематического состава

Характеристику систематического состава фитоценозов обычно дают на уровне семейств, представленность которых индицирует условия увлажнения и степень антропогенной нагрузки. В табл. ?? приведен пример спектра систематического состава рудерализированного лугового фитоценоза, испытывающего существенное влияние человека.

Таблица ??

Спектр систематического состава рудерализированного лугового фитоценоза

Семейство	Число видов	
	абсолютное	%
Asteraceae	4	17,4
Fabaceae	4	17,4
Boraginaceae	3	13,0
Rosaceae	2	8,7
Lamiaceae	2	8,7
Rubiaceae	1	4,3
Scrophulariaceae	1	4,3
Convolvulaceae	1	4,3
Euphorbiaceae	1	4,3
Apiaceae	1	4,3
Malvaceae	1	4,3
Ranunculaceae	1	4,3
Geraniaceae	1	4,3
Всего	23	100

В составе фитоценоза наибольшим числом видов представлены три семейства: Asteraceae – 4 вида (*Artemisia absinthium, Achillea millefolium, Cichorium intybus*, *Inula britannica*); Fabaceae – 4 вида (*Lathyrus pratensis, Astragalus cicer*, *Vicia cracca*, *Trifolium pratense*); Boraginaceae – 3 вида (*Nonea pulla*, *Echium vulgare*, *Pulmonaria obscura*). Среди них – 5 видов синантропной растительности (*Artemisia absinthium, Cichorium intybus*, *Inula britannica, Nonea pulla*, *Echium vulgare*; см. раздел ??).

Широкая представленность семейства Asteraceae свидетельствует о синантропизации ценофлоры сообщества.

3.3. Спектр жизненных форм

Важной характеристикой флористического состава фитоценоза является спектр жизненных форм растений.

Жизненная форма – это общий облик (габитус) растения, обусловленный своеобразием его системы надземных и подземных органов, формирующихся в результате роста и развития в определенных условиях среды. Используются разные системы жизненных форм растений, чаще всего – системы жизненных форм растений К. Раункиера и И.Г. Серебрякова. В пособии рассматривается система К. Раункиера, которая была создана в начале XX в. и неоднократно изменялась и дополнялась другими исследователями. Она более проста и имеет международное хождение. В ее составе всего пять типов, которые выделены по положению зимующих органов с почками возобновления относительно поверхности почвы (рис. 4).

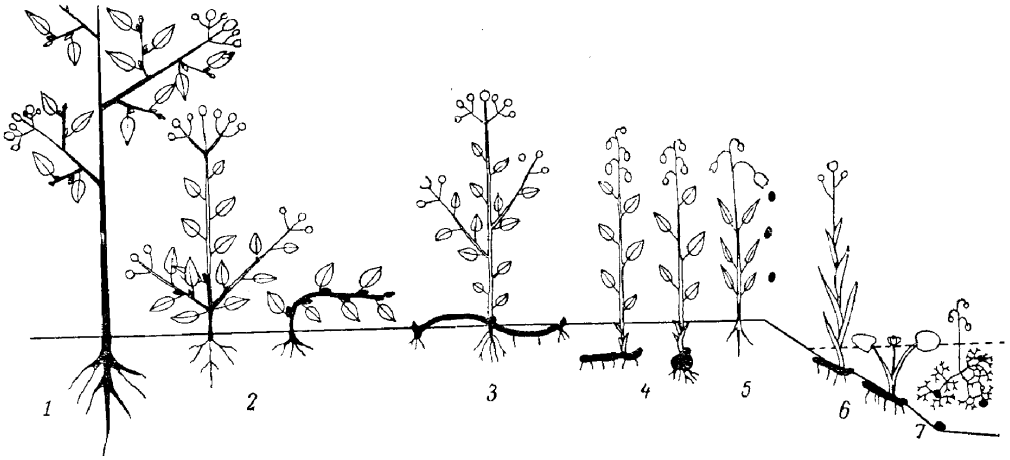


Рис. 4. Жизненные формы растений по К. Раункиеру
1 – фанерофит; 2 – хамефиты; 3 – гемикриптофит; 4 – геофиты;
5 – терофит; 6,7 – гидрофиты (черным выделены зимующие части)

Фанерофиты (от фанерос – открытый). Почки возобновления находятся выше 20–30 см над поверхностью почвы. Это очень разнообразная группа растений, в состав которой входят деревья первой величины – липа (*Tilia cordata*), дуб (*Quercus robur*), ель (*Picea obovata*) сосна (*Pinus sylvestris*) и др.; деревья второй величины – калина (*Sorbus aucuparia*), рябина (*Viburnum opulus*), черемуха (*Padus avium*); кустарники – бересклет бородавчатый (*Euonymus verrucosa*), лещина (*Corylus avellana*), жимолость (*Lonicera tatarica*), карагана (*Caragana frutex*) и др. В тропических лесах в эту группу входят разнообразные эпифиты, живущие на стволах деревьев, и древесные лианы.

Хамефиты (от хаме – низкий). Почки возобновления находятся на высоте не более 20–30 см. К ним относятся кустарнички – брусника (*Vaccinium vitis-idaea*), черника (*Vaccinium myrtillus*), клюква (*Oxycoccus microcarpus*) и полукустарники, у которых зимуют только нижние части

ветвей, а верхушки отмирают – ракитник (*Cytisus ruthenicus*), дрок красильный (*Genista tinctoria*), некоторые виды полыни (*Artemisia*).

Гемикриптофиты (от геми – полу, криптос – скрытый). Почки возобновления находятся у поверхности почвы. К ним относится большинство луговых (овсяница луговая – *Festuca pratensis*, ежа сборная – *Dactylis glomerata*, щучка дернистая – *Deschampsia cespitosa*, кровохлебка лекарственная –*Sanguisorba officinalis*, герань луговая – *Geranium pratense*, и др.) и степных (типчак – *Festuca valesiaca*, ковыль – *Stipa*) трав.

Криптофиты. Почки возобновления находятся на скрытых зимующих органах – корневищах, клубнях, луковицах. Криптофиты разделяются на две группы: геофиты с зимующими органами в почве (кострец безостый – *Bromopsis inermis*, пырей ползучий – *Elytrigia repens*, купена лекарственная – *Polygonatum officinale*, тюльпан – *Tulipa*, лилия – *Lilium*, лук – *Allium* и др.; и макрофиты-гидрофиты с зимующими органами на дне водоемов (кубышка желтая – *Nuphar lutea* телорез – *Stratiotes aloides*, рдест – *Potamogeton*, ряска – *Lemna*).

Терофиты (от терос – лето). Это растения-однолетники, которые не имеют вегетативных зимующих органов и переживают зиму в стадии семян: ярутка полевая (*Thlaspi arvense*), щетинник сизый (*Setaria viridis*), марь белая (*Chenopodium album*) и др.

По составу жизненных форм растений наиболее четко различаются фитоценозы разных биомов (см. раздел ??), что очевидно из табл. 2.

Таблица 2

Спектры жизненных форм некоторых биомов (% от общего числа изученных видов, по Уиттекеру, 1980)

Биом	Фанерофиты	Хамефиты	Гемикрипто-фиты	Геофиты	Терофиты
Тропический дождевой лес	96	2	0	2	0
Субтропический лес	65	17	2	5	10
Лес умеренно теплой зоны	54	9	24	9	4
Лес умеренно холодной зоны	10	17	54	12	7
Тундра	1	22	60	15	2
Дубовое редколесье	30	23	36	5	6
Степь	1	12	63	10	14
Полупустыня	0	56	14	0	27
Пустыня	0	4	17	6	73

Так, в спектре жизненных форм тропических дождевых лесов абсолютно преобладают фанерофиты, в степях – гемикриптофиты, а в пустынях – терофиты. Следует отличать спектр жизненных форм растений в фитоценозе от их количественной представленности. Например, в лесах умеренно

холодной зоны (широколиственные и хвойные леса) долевое участие фанерофитов невелико (10%) и преобладают гемикриптофиты (54%). Однако по долевому участию в фитомассе фанерофиты-деревья абсолютно преобладают, а вклад гемикриптофитов (трав напочвенного покрова) невелик.

На рис. ?? приведен пример спектра жизненных форм лугового фитоценоза, в составе которого преобладают гемикриптофиты. В фитоценозе присутствуют геофиты и терофиты, но их участие невелико.

Рис. ??. Спектр жизненных форм лугового фитоценоза

3.4. Спектр экологических групп

Второй важной характеристикой флористического состава фитоценоза является спектр экологических групп.

Экология каждого вида индивидуальна, поэтому экологические группы всегда условны и объединяют виды не с одинаковой, а со сходной экологией. Используется несколько методов выделения экологических групп растений:

– по результатам ординации – как совокупностей видов со сходным распределением по градиентам среды (см. раздел ??);

– по результатам классификации – как совокупностей видов, связанных с одним или несколькими синтаксонами (см. раздел ??);

– по экологическим шкалам – как совокупностей видов со сходными оценками связей с одним или несколькими факторами среды (см. раздел 3.4)

Экологические группы связаны переходами, так как некоторые виды с равным основанием можно отнести к двум или даже трем экологическим группам. В зависимости от характера решаемой научной задачи, по отношению к разным факторам среды могут быть установлены экологические группы разной степени дробности.

Например, по фактору увлажнения можно выделить три экологические группы (гидрофиты, мезофиты, ксерофиты); пять экологических групп (гидрофиты, гигрофиты, гигромезофиты, мезофиты, мезоксерофиты, ксерофиты); восемь экологических групп (гидрофиты, гигрофиты,

мезогигрофиты, гигромезофиты, мезофиты, ксеромезофиты, мезоксерофиты, ксерофиты).

Выделяются экологические группы и по другим факторам:

– богатству почвы элементами минерального питания (эвтрофы, олиготрофы);

– засолению почвы (галофиты, мезогалофиты, галомезофиты);

– освещенности (гелиофиты, сциофиты).

Кроме того выделяются еще несколько экологических групп:

нитрофилы – виды, связанные с почвами, богатыми азотом (*Urtica dioica, Chelidonium majus* и др.);

ацидофилы – виды кислых почв (*Ledum palustre, Eriophorum vaginatum* и др.);

кальцефилы – растения карбонатных почв (*Echinops ritro, Centaurea sibirica* и др.);

псаммофиты – растения песчаных почв и песков (*Petasites spurius* и др.).

При изучении разной растительности анализируются спектры видового состава фитоценозов с использованием разных экологических групп. Так при изучении лугов лесостепной или степной зон составляются экологические спектры из групп видов, связанных с разными режимами увлажнения, при изучении лугов лесной зоны – из групп видов, по разному относящихся к богатству почвы, а при изучении фитоценозов лугов на засоленных почвах - из групп видов с разным отношением к засолению. При анализе напочвенного покрова леса представляет выявление соотношения групп видов гелиофитов и сциофитов.

На рис. ?? приведен пример спектра экологических групп лугового фитоценоза, в составе которого преобладают мезофиты, при некотором участии мезоксерофитов (такие луга называются остепненными, см. раздел ??).

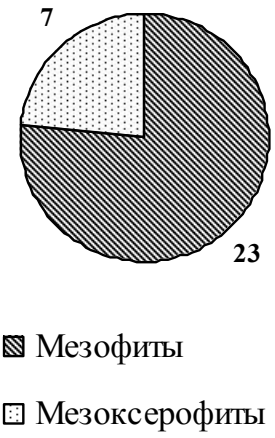


Рис. ??. Спектр экологического состава фитоценоза остепненного луга

3.5. Выделение экологических групп с использованием экологических шкал

Экологические шкалы – это таблицы количественной характеристики экологии видов, на основе которых проводится оценка условий среды (т.е. решается задача, называемая геоботанической индикацией). Из всех имеющих хождение экологических шкал (Ellenberg, 1974, Landolt, 1977 и др.), видимо, лучшими остаются шкалы, составленные под руководством Л.Г. Раменского (Раменский и др., 1956), хотя они тоже не безупречны и грешат «ложной точностью».

Для составления экологических шкал Л.Г. Раменский подбирал экологически контрастные геоботанические описания, представляющие заведомо различные градации по одному фактору. Между ними помещались промежуточные описания до тех пор, пока картина изменения флористического состава по экологическому градиенту (увлажнение, богатство почвы, пастбищная дигрессия, аллювиальность, переменность увлажнения) не становилась континуальной. Далее на этом градиенте устанавливались диапазоны распределения видов при разном обилии.

Число градаций по разным экологическим градиентам, которые использовал Л.Г. Раменский, было достаточно велико: 120 ступеней для увлажнения, 30 – для богатства и засоления почвы, 20 – для переменности водного режима, по 10 – для аллювиальности и пастбищной дигрессии. И хотя сам Л.Г. Раменский не выделял экологические группы, их можно выделить по приуроченности диапазонов распределений видов при максимальном обилии к разным частям градиента. Например, по оси увлажнения Раменский объединил 120 ступеней в 12 более крупных градаций, по приуроченности к которым несложно выделять ЭГ видов (табл. ??).

Таблица ??

Выделение экологических групп видов по фактору увлажнения на основе экологических шкал Л.Г. Раменского

Градации	Экологические группы видов
1–17	
18-30	

Градации	*Экологические группы видов*
1–17……..	пустынное увлажнение (гиперксерофиты)
18–30…….	полупустынное (пустынно-степное, гиперксерофиты)
31–39…….	сухостепное (ксерофиты)
40–46…….	среднестепное (мезоксерофиты)
47–52	лугово-степное (влажностепное, ксеромезофиты)
53–63…….	сухолуговое (и свежелуговое, мезофиты)
64–76…….	влажнолуговое (гигромезофиты)
77–88…….	сыролуговое (гигромезофиты)
89–93…….	болотно-луговое (мезогигрофиты)
94-103……..	луговое (мезогигрофиты)
104-109…….	местообитания прибрежно-водной растительности (гигрогидрофиты)
110-120…….	местообитания водной растительности (гидрофиты)

Можно также выделить некоторое количество эвритопных экологических групп. Так, *Festuca valesiaca* при высоком обилии имеет диапазон распределения от 21 до 53 ступени и соответственно должна рассматриваться как гиперксерофит-мезоксерофит (пустынно-степной, лугово-степной вид; Е.М. Лавренко называл этот вид эвриксерофитом).

В табл. ?? приведен пример экологической характеристики видов с использованием шкалы увлажнения. Для некоторых видов (*Bromopsis*

inermis, Carex praecox, Trifolium pratense) Раменским указано по 2–3 распределения видов в разных зонах. Для каждого вида указана принадлежность к экологической группе.

Таблица ??

Пример сравнительной экологической характеристики некоторых видов растений по фактору увлажнения

Вид	Массово (более 8%)	Обильно (2,5-8%)	Умеренно (0,3-2,5%)	Мало (0,1-0,2%)	Единично	ЭГ
	m	c	n	p	s	
Carex gracilis	95-103	89-105	82-106	80-	68-	Гигрофит
Phalaroides arundinacea	89-94	84-98	74-99	66-100	64-102	Мезогигрофит
Carex vulpina	90-99	84-102	82-104	75-105	69-	Мезогигрофит
Agrostis alba	56-71	55-82	53-88	51-90	49-96	Гигромезофит
Carex praecox	53-65[1] 65-80[2] 59-86[3]	49-73 51-83 47-89	47-83 47-87 42-93	46-86 36-89 34-98	-87 -98 24-109	Гигромезофит
Bromopsis inermis	62-66[1] 51-60[2] 62-80[3]	49-74 48-65 55-86	(47-77) 47-71 42-87	-80 43-78 29-89	-86 -82 22-98	Мезофит
Festuca pratensis	59-77	51-83	48-88	47-94	-96	Мезофит
Trifolium pratense	58-72	57-77[1] 55-68[2]	54-83 -76	53-87 47-89	-90	Мезофит
Trifolium montanum	53-58	47-66	43-70	36-	33-77	Ксеромезофит
Festuca valesiaca	21-53	17-59	12-62	11-64	10-66	Ксерофит-эвритоп

Примечания.

1. Индексы указывают диапазоны распределения видов в лесной, лесостепной и степной зонах.

2. Для некоторых видов при низком проективном покрытии Л.Г. Раменский указал только верхнюю или нижнюю границу распределения.

3.6. Спектр фитосоциологического состава фитоценоза

Фитосоциологический состав фитоценоза может быть простым (в нем представлены виды одного типа растительности – лугового, степного, широколиственных лесов, таежных лесов и т.д.) или сложным, если в его составе представлены виды нескольких типов растительности (лугового и степного, широколиственных и таежных лесов, лугового и прибрежно-водного). Спектр фитосоциологического состава наиболее информативно отражает результаты флористической классификации (см. раздел ??), которая позволяет выявить наборы видов (ценофлоры), которые тяготеют к высшим единицам классификации (классам и порядкам). Соотношение в составе фитоценоза видов разных ценофлор отражает его экологические особенности и сукцессионный статус.

На рис. ?? приведен пример спектра фитосоциологического состава лугового фитоценоза, в составе которого представлены луговые, степные, опушечные и рудеральные виды. Такой спектр свидетельствует о переменном режиме увлажнения почвы и о влиянии на фитоценоз хозяйственной деятельности человека (нарушении целостности фитоценоза и внедрении рудеральных видов).

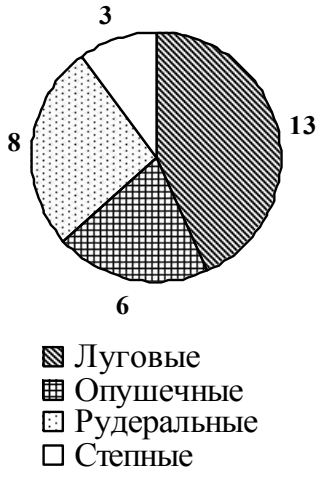


Рис. ?? Спектр фитосоциологического **состава лугового фитоценоза**

3.7. Спектр географических типов ареала

Географический тип ареала вида отражает характер его распространения в географическом пространстве. Различаются одномерные типы ареалов – по широте, долготе, высоте (рис. ??) и двумерные типы ареалов, которые отражают закономерности распространения видов в координатах широты и долготы. Использование системы двумерных типов ареалов при анализе флористического состава фитоценозов представляет

значительные сложности и является специальной задачей ботанической географии. Построение спектров участия видов разных широтных, долготных и высотных групп в составе фитоценоза дает дополнительную информацию об его экологии. Так, высокая доля степных видов в луговом фитоценозе свидетельствует о переменности водного режима местообитания с периодами пересыхания, а представленность неморальных видов в таежном фитоценозе – о более теплом по сравнению с типичной тайгой климате.

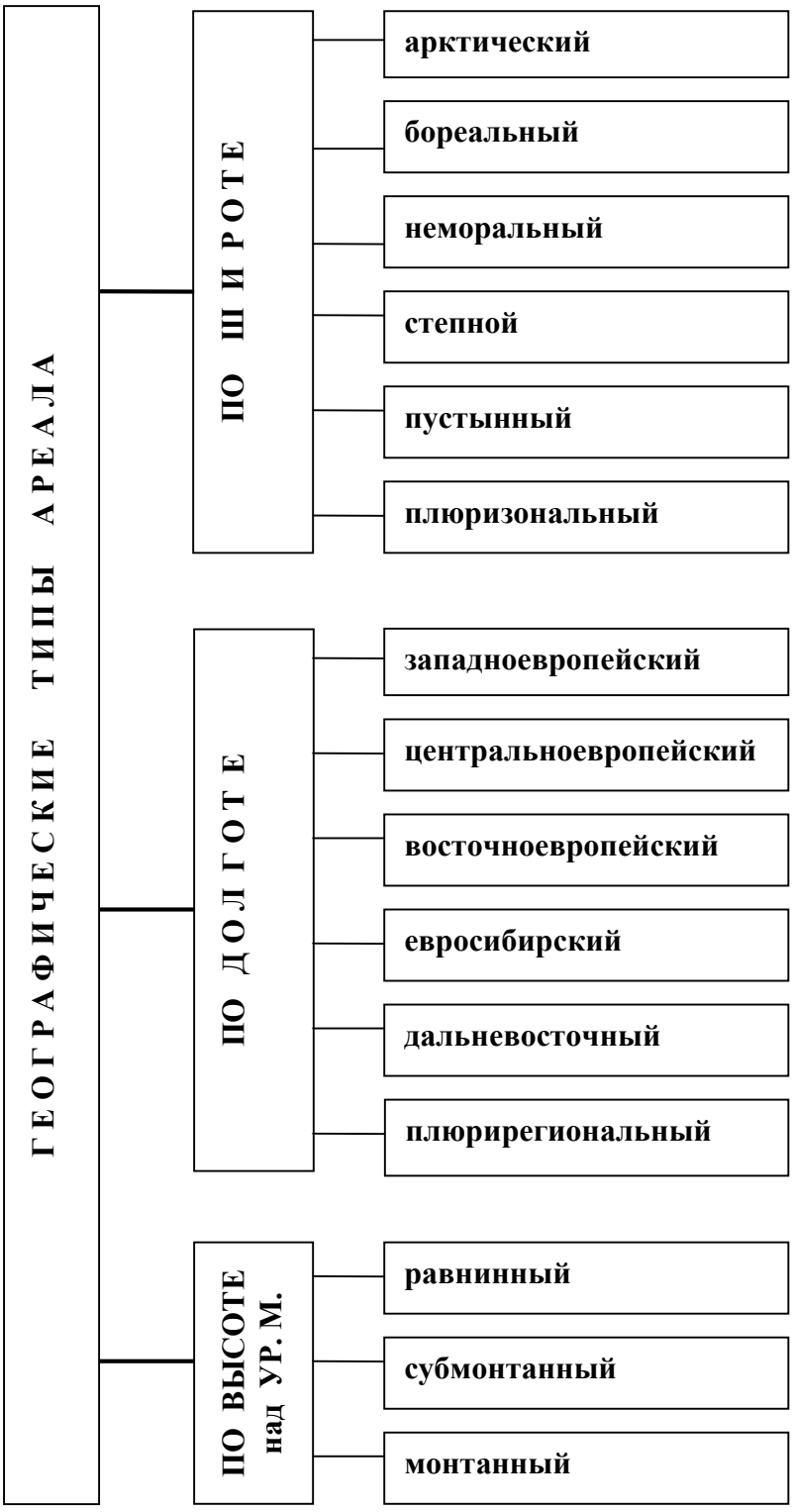


Рис. ??. Географические типы ареала

3.8. Спектр типов эколого-фитоценотических стратегий

Эколого-фитоценотические стратегии растений отражают степень благоприятности условий среды и режим нарушений. Спектр участия видов разных эколого-фитоценотических стратегий во флористическом составе фитоценоза характеризует особенности экотопа, в котором сформировался этот фитоценоз, и режим нарушений, которые он испытывает. Самой экологичной системой типов стратегий растений является система Л.Г. Раменского – Дж.Ф. Грайма. В этой системе различаются три первичных типа и четыре вторичных типа стратегий (рис. ??).

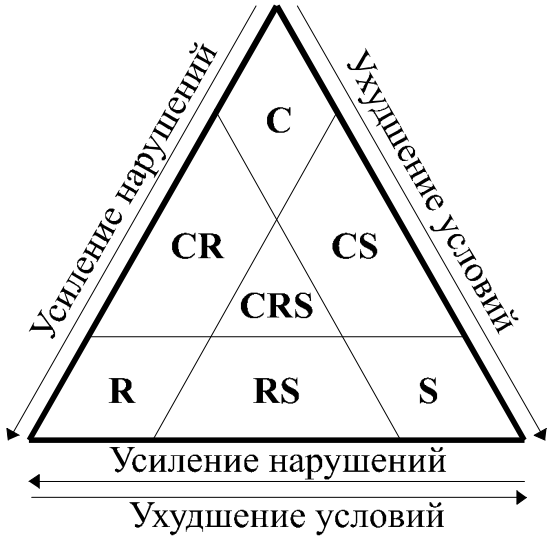


Рис. ??. Система типов эколого-фитоценотических стратегий растений по Л.Г. Раменскому – Дж.Ф. Грайму

3.8.1. Первичные типы стратегий

Первичные типы стратегий расположены в углах «треугольника» (они охарактеризованы в табл. ??).

Тип C (от англ. competitor – конкурент) – виолент, силовик, «лев». Это мощные растения, чаще деревья, кустарники или высокие травы, например, тростник обыкновенный (*Phragmites australis*) и канареечник тростниковидный (*Phalaroides arundinacea*). Виоленты обладают запасом питательных веществ, позволяющим быстро развертывать листья, высокой скоростью роста, быстро отрастают после отчуждения фитомассы фитофагами, затрачивают мало энергии на «оборону» от фитофагов и патогенов. Виоленты держат под контролем условия среды и полностью (или почти полностью) используют обильные ресурсы местообитаний. По этой причине объемы реализованной и фундаментальной экологических ниш у виолентов совпадают.

Тип S (от англ. stress-tolerant – устойчивый к стрессу) – патиент, «выносливец», «верблюд». Это растения, адаптированные к неблагоприятным условиям: засухе (ксерофиты), засолению (галофиты),

дефициту света (сциофиты) или ресурсов минерального питания (олиготрофы), холодному климату (растения арктической тундры) и т. д. Патиенты обладают низкой скоростью роста. Они формируют сообщества S-модели (см. раздел ??). В силу низкого уровня конкуренции в этих сообществах объемы реализованной и фундаментальной экологических ниш у патиентов совпадают.

Тип R (от англ. ruderal – сорный) – эксплерент, «шакал». Это растения, обладающие слабой конкурентной способностью и произрастающие в нарушенных местообитаниях (пустыри, обочины дорог, пахотные земли и др.). Эксплеренты могут входить и в состав некоторых ненарушенных сообществ, в которых используют временно появляющиеся свободные ресурсы. Так, в лесу рано цветущие весенние эфемероиды используют ресурсы света до распускания листьев на деревьях. В пустыне однолетники-эфемеры дают вспышки обилия после дождя. Эксплеренты в составе ненарушенных сообществ быстро проходят жизненный цикл и сохраняются до следующей вспышки развития в виде банка вегетативных зачатков (весенние эфемероиды) или банка семян (пустынные эфемеры). К эксплерентам относится большинство культурных растений. В силу низкой конкурентной мощности реализованная ниша эксплерентов приближается к нулю.

Таблица ??

Сравнительная характеристика типов стратегий растений

Признак	**Тип стратегии**		
	виолент (C)	**патиент (S)**	**эксплерент (R)**
Абиотические условия среды	Благоприятные	Неблагоприятные	Благоприятные
Наличие нарушений	Нет	Нет	Есть
Уровень конкуренции растений	Высокий	Низкий	Высокий
Жизненная форма	Деревья, кустарники, реже травы мезоморфного облика с широким простиранием в пространстве, мощной корневой системой и большой листовой поверхностью	Кустарнички, невысокие деревья, многолетние травы ксероморфного облика, однолетние и многолетние суккуленты, лишайники, мхи	Однолетние травы, реже многолетние травы с интенсивным вегетативным размножением
Соотношение объемов реализованной и фундаментальной экологических ниш	Совпадают	Совпадают	Реализованная ниша приближается к нулю
Тип реагирования	Морфологический	Физиолого-	Морфологический

на стресс		биохимический	

3.8.2. Вторичные типы стратегий

Вторичные типы стратегий растений представляют переход между первичными типами. Видов с вторичными стратегиями больше, чем видов «чистых» первичных стратегий, особенно виолентов.

Примерами видов, имеющих стратегию виолент-патиент (CS), являются сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris*), которая может формировать высокие древостои на бедных песчаных почвах, и все виды рода ель (*Picea*), которые являются фитоценотически сильными (обладают высокой виолентностью), но произрастают в холодном климате на бедных кислых и хорошо увлажненных почвах.

Стратегию виолент-рудерал (CR) имеют такие виды, как ольха серая (*Alnus incana*), которая разрастается на вырубках, и крапива двудомная (*Urtica dioica*) – обычный доминант фитоценозов на нарушенных почвах, богатых азотом.

Виды со стратегией рудерал-патиент (RS) встречаются редко. Например, на вытоптанных площадках вокруг колодцев в пустынной зоне произрастают виды рода ?? (*Peganum*).

Виды со смешанным типом стратегии (CRS) сочетают в своем поведении черты виолентности, патиентности и эксплерентности. К их числу относится большинство видов луговых и степных растений, хотя эти качества у разных видов представлены в разном соотношении. Например, у галомезофитов ячменя короткоостого (*Hordeum brevisubulatum*) или бескильницы расставленной (*Puccinellia distans*), а также у степных видов рода ковыль (*Stipa*) больше признаков патиентности, а у корневищных луговых растений – пырея ползучего (*Elytrigia repens*) и костреца безостого (*Bromopsis inermis*) больше признаков эксплерентности.

Анализ спектров типов эколого-фитоценотических стратегий дает ценную информацию об экологических и сукцессионных особенностях фитоценозов, раскрывающую их природу. Преобладание в фитоценозах видов-патиентов (S) свидетельствует об экстремальных условиях среды, в которых они сформировались. Наличие в фитоценозах видов со стратегией эксплерентов (R) или с вторичными типами стратегий, в состав которых входит эксплерентность (CR, CRS), свидетельствует о сукцессионной природе этих фитоценозов, периодически подвергающихся нарушениям.

3.9. Ресурсные виды в составе фитоценоза

При анализе флористического состава фитоценоза большой интерес представляет оценка представленности ресурсных видов. Выявляется участие следующих ресурсных групп:

– кормовые;
– лекарственные;
– медоносные;
– пищевые;
– технические;
– ядовитые («антиресурсные» растения).

Заметим, что большинство ресурсных видов растений обладает несколькими полезными качествами. Например, тысячелистник обыкновенный (*Achillea millefolium*) – лекарственное растение и медонос; адонис весенний (*Adonis vernalis*) – лекарственное, медоносное, декоративное и ядовитое растение, лопух большой (*Arctium lappa*) – растение медоносное, лекарственное и пищевое, полынь горькая (*Artemisia absinthium*) – лекарственное и пищевое растение, барбарис обыкновенный (*Berberis vulgaris* – пищевое, лекарственное, медоносное и декоративное растение, ирис сибирский – декоративное растение.

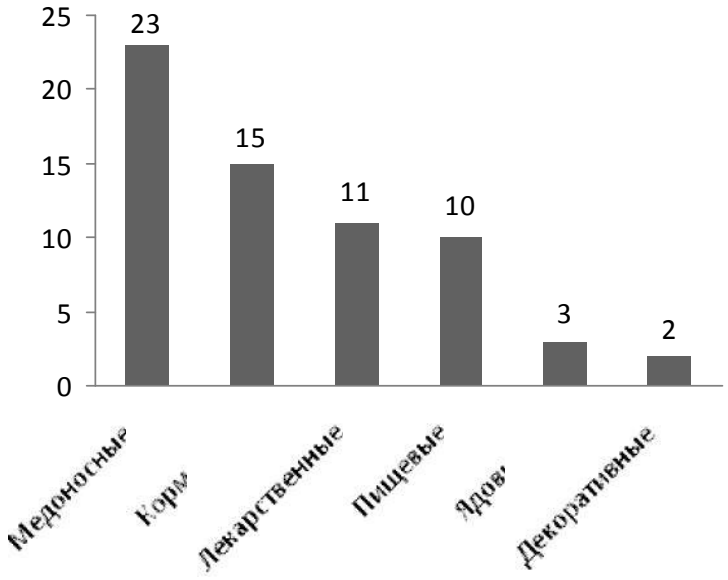


Рис. ??. Представленность ресурсных групп видов в составе фитоценоза остепненного луга

3.10. Редкие виды в составе фитоценоза

При изучении флористического состава фитоценоза особое внимание уделяется наличию редких видов, которые включены в Красные книги.

Последнее издание Красной книги Республики Башкортостан вышло в 2011 году. В нее включено 284 вида, в том числе: покрытосеменные – 220 видов, папоротниковидные – 10, плауновидные – 2, печеночники – 4, мхи –

25, водоросли – 1 вид. В книгу включены также лишайники – 12 видов и грибы – 10 видов.

Каждый вид отнесен к одной из следующих категорий, принятых в Красной книге Международного Союза охраны природы и природных ресурсов (МСОП):

0 (Ex, по-видимому, исчезнувшие виды): виды, не встреченные в природе в течение ряда лет, но возможно просмотренные или уцелевшие в отдельных недоступных местах;

I (E, находящиеся под угрозой исчезновения): виды, подвергающиеся опасности вымирания; дальнейшее их существование невозможно без специальных мер охраны;

II (V, уязвимые виды): таксоны, которым, по-видимому, в ближайшем будущем грозит перемещение в категорию находящихся под угрозой исчезновения, если факторы, вызвавшие сокращение их численности, будут продолжить действовать;

III (R, редкие виды): таксоны, представленные небольшими популяциями, которые в настоящее время не находятся под угрозой исчезновения и не являются уязвимыми, но рискуют оказаться таковыми;

IV (I, виды с неопределенным статусом): таксоны, которые, очевидно, относятся к одной из предыдущих категорий, но достаточных сведений об их состоянии в настоящее время нет.

Для каждого краснокнижного вида, входящего в состав фитоценоза, составляется краткий очерк, включающий принадлежность к семейству, распространение по территории Башкортостана, эколого-биологическую характеристику, степень редкости.

3.11. Адвентивные виды в составе фитоценоза

Анализ состава некоторых фитоценозов, особенно нарушенных, включает выявление фракции адвентивных (инорайоных, заносных) видов. Основным агентом перемещения видов из района в район является человек. Интенсивность заноса видов возрастала по мере роста численности народонаселения и интенсификации межконтинентальных потоков людей и товаров. В большинстве районов мира доля адвентивных видов составляет 10–20%. Во флоре Башкортостана доля адвентивных видов приближается к 20%.

На рис. ?? приведена классификация адвентивных видов.

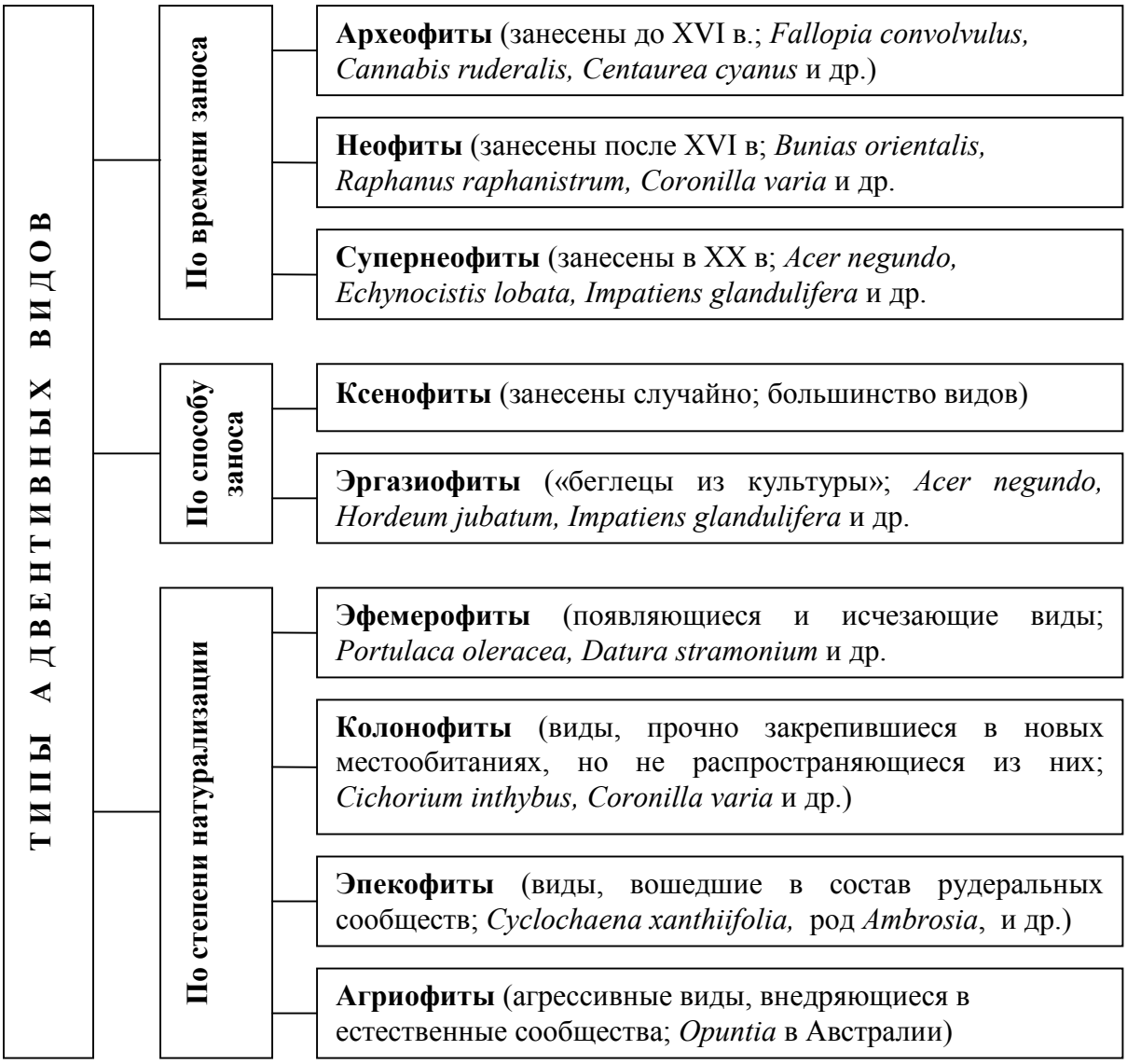


Рис. ??. Классификация адвентивных видов

3.12. Инвазивные виды в составе фитоценоза

Наиболее агрессивные адвентивные виды называются инвазивными видами. Эти виды захватывают ресурсы и вытесняют виды местной флоры. Самые агрессивные инвазивные виды называются трансформерами. Для них характерен адаптивный синдром признаков, позволяющий им внедряться в фитоценозы (рис. ??).

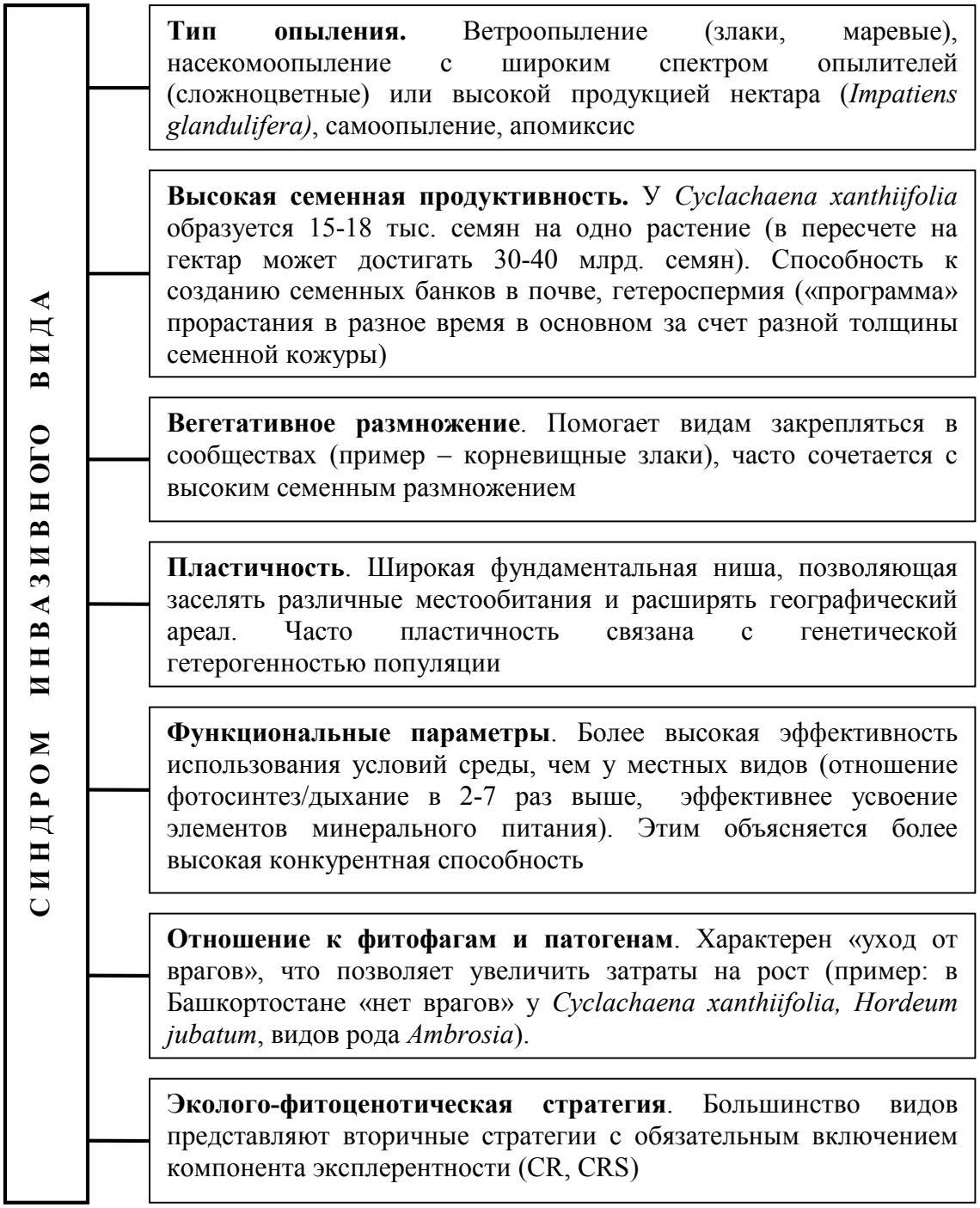


Рис. ?? Характеристика синдрома инвазивного вида

Наиболее распространенными признаками, обеспечивающими успех расселения инвазивных видов, являются «уход от врагов» и высокая семенная продуктивность (интенсивный «семенной дождь»). Наличие этих признаков у инвазивных растений было причиной экологических катастроф (в понимании Ч. Элтона). Например, заселение австралийского континента опунцией (??), расселение на территории США европейского вида зверобоя (??), зарастание водоемов тропического и субтропического поясов водным гиацинтом (??).

Потенциальная возможность фитоценоза принять в свой состав инвазивные виды зависит от многих признаков, которые объединяются понятием «инвазибельность». Инвазибельность фитоценоза зависит от жесткости абиотических и биотических барьеров (наличия «свободных мест», степени благоприятности экотопа, интенсивности конкуренции, влияния фитофагов*)*. Успешность внедрения инвазивных насекомоопыляемых видов растений зависит от их способности выиграть конкуренцию за опылителей. В благоприятных условиях выше роль биотических факторов: фитоценозы имеют высокую продуктивность и замкнуты для внедрения чуждых видов. В неблагоприятных условиях основную роль играют абиотические факторы: холодный климат, низкая обеспеченность почв элементами минерального питания, кислая реакция почвенного раствора и др.

Главными условиями, повышающими инвазибельность фитоценозов, являются:

– нарушения. Вызываются рубкой леса, созданием сельских и городских поселений, высокими пастбищными нагрузками и др.;

– наличие свободных ресурсов. Появляются в результате эмиссии оксидов азота с кислотными дождями, внесения высоких доз минеральных удобрений и др.

Инвазивные виды-трансформеры, как правило, становятся доминантами рудеральных фитоценозов, их участие в естественных ненарушенных фитоценозах невелико.

Во флоре Башкортостана выявлено 28 инвазивных неофитов, образующих многочисленное потомство и распространяющихся на значительное расстояние от родительских особей, а, следовательно, обладающих потенциальной способностью расселения на больших территориях. Подавляющее большинство из них – выходцы из Северной Америки, реже – восточноазиатские или средиземноморские виды. Почти половина видов – представители семейства Asteraceae. В последние десятилетия наблюдается активизация инвазий агрессивных неофитов североамериканского происхождения из родов амброзия (*Ambrosia*), дурнишник (*Xanthium*), галинсога (*Galinsoga*), циклохена (*Cyclachaena*), череда (*Bidens*), клен (*Acer*), ослинник (*Oenothera*) и др. (Абрамова, 2012). Эти виды представляют угрозу для фитоценозов, так как не только быстро расселяются в антропогенно нарушенных местообитаниях, но и становятся доминантами, вытесняя другие виды, а также натурализуются в естественных экотопах.

Вопросы для контроля усвоения материала главы 3

??

ГЛАВА 4. СТРУКТУРА ФИТОЦЕНОЗА

В этой главе рассматриваются два вопроса: структура фитоценоза в пространстве (синморфология) и структура фитоценоза во времени (обратимые изменения фитоценоза). Синморфология изучает вертикальную структуру фитоценоза – распределение надземной фитомассы по вертикали и горизонтальную структуру – распределение фитомассы по горизонтали. Структура фитоценоза во времени отражает его изменение в сезонном и разногодичном циклах.

4.1. Вертикальная структура

Вертикальная структура фитоценоза отражает различия высоты разных видов растений и распределения их корневых систем по почвенному профилю. Эти параметры фитоценоза – важные оси дифференциации экологических ниш. В сомкнутом фитоценозе на разной высоте различается режим освещения, на разной глубине – режим увлажнения, засоления, а также содержание ЭМП в почвенном растворе.

Различают два основных полярных варианта вертикальной структуры фитоценоза: ярусность, когда на глаз видно расчленение фитоценоза по вертикали на достаточно четко отграниченные слои-ярусы, и вертикальный континуум, когда такие слои в фитоценозе не различаются (рис. ??.) В подземной части фитоценоза ярусность, за очень редким исключением, не наблюдается (Работнов, 1992). Ярусность характерна для лесов умеренной полосы, где четко различаются ярусы деревьев, подлеска и подроста, травяной или травяно-кустарниковый, моховой или лишайниково-моховой.

Рис. ??. Типы вертикальной структуры фитоценозов: ярусность (слева) и вертикальный континуум (справа)

Однако в природе ярусность в целом встречается реже, чем вертикальный континуум, классическим примером которого является

вертикальная структура тропического леса. Континуальна вертикальная структура луговых и степных травостоев, реже в этих фитоценозах отмечается нечеткая размытая ярусность. В фитоценозах, где ярусности нет или она выражена недостаточно четко, вертикальный континуум может подразделяться на условные слои – фитоценотические горизонты, число которых зависит от задач исследования.

При детальном изучении распределения по вертикали фитомассы в травяных фитоценозах (например, для определения того, какая часть травостоя окажется выше линии скашивания или может быть использована определенным видом животного на пастбище) растения последовательно срезают с шагом всего 5 см, а в тропических лесах, где высота древостоя может достигать 30 м, для изучения распределения по вертикали фитомассы листьев (и распределения видов фауны и т.д.), бывает достаточно выделить 4-5 слоев.

Универсальной синтетической характеристикой вертикальной структуры фитоценоза, которая может использоваться для фитоценозов как с ярусами, так и с вертикальным континуумом, является индекс листовой поверхности (ИЛП) – отношение площади поверхности листьев к площади поверхности почвы, над которой они находятся. У разомкнутых сообществ пустынь ИЛП составляет доли единицы, у большинства луговых фитоценозов 4–6. В еловом лесу ИЛП может достигать 12, т.е. на 1 га леса приходится 12 га поверхности хвои (Работнов, 1992).

Для всех фитоценозов характерна разная глубина проникновения корневых систем и различия в распределении максимальной массы корней характерны, хотя в умеренной полосе зона корневого максимума многих видов расположена на глубине 0–30 см (рис. ??).

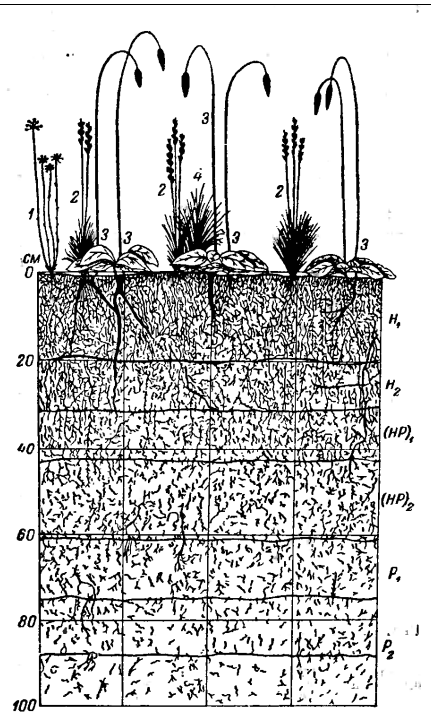


Рис. 6. Участок растительного сообщества с полностью изображенной надземной и подземной частями. Ассоциация Salvia nutans+Stipa lessingiana++Festuca sulcata+разнотравье на южном варианте типичного среднегумусового (обыкновенного) чернозема (Сталинская область). (По Шалыту, 1950).

1 — Euphorbia seguieriana Neck; *2 — Festuca sulcata* Hack.; *3 — Salvia nutans* L.; *4 — Stipa lessingiana* Trin.

Рис. ??. Вертикальный континуум корневых систем растений в степном фитоценозе (слева – глубина в см, справа – горизонты почвенного профиля).
1 – *Euphorbia seguieriana*,
2 – *Featuca sulcata*,
3 – *Salvia nutans*,
4 – *Stipa lessingiana.*

?? Стереть подпись под капртинкой??

В то же время даже в луговом фитоценозе корни люцерны (*Medicago falcata*) или щавеля конского (*Rumex confertus*) могут углубляться в почву на несколько метров. В растительности аридных территорий большую роль играют фреатофиты – растения с глубокой (до 10 м) корневой системой, достигающей грунтовых вод, например, верблюжья колючка (*Alhagi pseudalhagi*), тростник (*Phragmites australis*) и др. Эти виды используются для индикации уровня грунтовых вод при выборе места для бурения скважин.

Разная глубина проникновения корней – яркий пример дифференциации экологических ниш. Так, в солонцеватых степях в верхнем надсолонцовом слое расположены корни растений-гликофитов – типчака (*Festuca valesiaca*), ковылей (*Stipa*), степного разнотравья (таволга обыкновенная – *Filipendula vulgaris*, подмаренник настоящий – *Galium verum*) и бобовых (клевер горный – *Trifolium montanum*), а в солонцовом горизонте – корни галофитов, таких как виды рода лимониум (*Limonium*) или полынь Лерха (*Artemisia lerchiana*).

В пустыне Гоби (Монголия) описаны фитоценозы с участием саксаула (*Haloxylon ammodendron*) и тростника, в которых злак с более глубокой корневой системой использует грунтовые воды, недоступные саксаулу.

В агрофитоценозах по-разному распределены корневые системы зерновых культур и сорных растений. Если количество сорняков не превышает порога вредоносности (т.е. того количества, начиная с которого происходит существенное снижение урожаев), то они полезны

агрофитоценозу: их корневые системы более глубокие и они не только возвращают в пахотный горизонт вмытые в глубь почвы удобрения, но и накапливают вносимые удобрения в своих запасающих органах. При перегнивании запасающих органов сорных растений ЭМП возвращаются в почвенный раствор.

4.2. Горизонтальная структура

Регулярное и случайное распределение видов в фитоценозах встречается довольно редко. Чаще всего виды распределены неслучайно и образуют группы, однако, как правило, в итоге суммирования неслучайных распределений видов складывается случайная горизонтальная структура фитоценоза.

В некоторых случаях в горизонтальной структуре фитоценоза выявляются закономерно повторяющиеся пятна, различающиеся составом видов или их количественным соотношением, связанным с фитоценотическими причинами. Эти пятна называют микрогруппировками, а фитоценоз, в котором они выражены, называется мозаичным.

Различаются следующие варианты мозаичности фитоценозов.

Регенерационные мозаики – неоднородность фитоценоза, связанная с возобновительным процессом. Масштаб простанственной выраженности этого процесса в травяных фитоценозах измеряется сантиметрами и дециметрами, а в лесах он достигает десятков и сотен метров.

При выпадении деревьев в лесу образуются «*окна*» (гэпы – gaps), зарастающие видами, специально приспособленными к такому «ремонту» древостоев. Это наиболее характерно для тропических лесов, в которых представлены две группы видов: *дриады* – основные виды и *номады* – виды, которые временно поселяются в «окнах», и под их пологом постепенно восстанавливаются дриады.

В таежных лесах «окна» зарастают березой (*Betula*), ольхой (*Alnus incana*) и ивами (*Salix*), играющими роль растений-«нянь» для ели. В широколиственных лесах окна зарастают лещиной (*Corylus avellana*) и осиной (*Populus tremula*).

Клоновые мозаики – неоднородность фитоценоза, связанная с вегетативным размножением растений. Полное описание клоновых мозаик для папоротника *Pteridium aquilinum* сделал английский ботаник А. Уотт (A. Watt), его работы на русском языке обобщил И. Науялис (1980).

Папоротник разрастается круглым пятном; постепенно, вследствие старения, его продуктивность в центральной части пятна снижается, и уменьшается мощность подстилки, защищающей корневища от мороза. В результате, в центре пятна папоротник вытесняется злаками – микрогруппировка имеет вид кольца из папоротника, внутри которого растут злаки. Постепенно кольцо распадается на отдельные части, которые в

свою очередь разрастаются в новые круглые клоны со стареющей центральной частью, и т.д. (см. также раздел 5.7.).

Из куртин степных кустарников также формируются микрогруппировки. Так, в Монголии кустарник *Caragana microphylla* разрастается круглыми куртинами, диаметр которых увеличивается с возрастом. Внутри куртины скапливаются эоловые наносы, образуя холмик, на котором поселяются рудеральные растения. Лучше всего в такой микрогруппировке растет *Stipa krylovii*, так как именно он находит защиту от пасущихся животных.

Чешские исследователи (Herben et al., 1993a,b) назвали виды, способные разрастаться и формировать клоновые мозаики, «партизанами», противопоставив их видам–«сидням», длительное время произрастающим в одном и том же месте в фитоценозе (его называют *микросайтом***,** или микроместообитанием).

Фитоэнвайроментальные мозаики – неоднородность фитоценоза, связанная с изменением среды одним из видов и реагированием на это изменение других видов. Как правило, основным фактором формирования мозаичности выступает бобовое растение, так как симбиотически связанные с ним азотфиксирующие бактерии повышают содержание азота в почве.

Были описаны микрогруппировки, образованные *Trifolium montanum* в Башкортостане в пойме реки Белой (рис. ??).

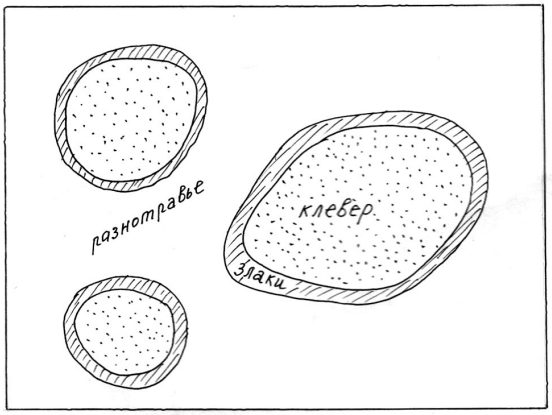


Рис. ??. Пример фитоэнвайронментальной мозаики фитоценоза, формирующейся под влиянием *Trifolium montanum*

Внутри круглых пятен клевера диаметром 5–7 м в результате конкуренции за свет подавлены и злаки, и разнотравье. Вокруг пятен клевера – «центра» – густым «ободом» разрастаются злаки: *Poa angustifolia, Festuca valesiaca* и *Koeleria delavignei*, которые за счет латерально ориентированных корней, заходящих в пятно клевера, пользуются азотом, не испытывая сильной конкуренции за свет и влагу. Между пятнами из «центра» и «обода» злаки, бобовые и разнотравье растут примерно в одинаковом соотношении.

Зоогенные мозаики. Возникают в результате воздействия животных. Это внешний фактор для фитоценоза, и при достаточно длительном

последействии его (более 10 лет) формируется комплексность. Пример комплексности растительности – пятна растений-рудералов на пороях грызунов в степной зоне.

Если неоднородность растительности формируемая животными, исчезает в течение 5-10 лет, то наблюдается мозаика по типу «зоогенной карусели». Примеры такой «карусели» – пятна рудеральной растительности на пороях кабанов и на экскрементах крупных фитофагов. Микрогруппировки в таких пятнах имеют обедненный видовой состав, и в них могут преобладать виды растений из почвенных банков семян и эндозоохорно распространяющиеся виды однолетних злаков.

Микрогруппировки изменчивы. О динамике микрогруппировок с орляком и смене в «окнах» тропического леса номад дриадами мы говорили при обсуждении регенерационной мозаики лесных фитоценозов. Постоянно сменяются виды и в травяных фитоценозах в соответствии с моделью «карусели» (van der Maarel, Sykes, 1993). При «карусели» микрогруппировки не всегда различаются на глаз, так как мозаичность формируется в масштабе нескольких десятков сантиметров, поэтому выявить ее можно только при детальном стационарном исследовании, поскольку рядом могут находиться разные стадии «карусели». Авторы модели «карусели» образно сравнили процессы регенерационной динамики фитоценозов с фугой, когда в разных голосах поочередно проходит одна и та же музыкальная тема.

Таким образом, все формы мозаичности фитоценозов – это отражение модели «карусели». В результате «карусели» могут образовываться повторяющиеся микрогруппировки, которые после определенного времени существования переходят друг в друга.

Феномен мозаичности используется, хотя и сравнительно редко, в луговодстве (Дохман, 1979). Обычно при сплошном посеве травосмеси из злаков и бобовых в первые два года разрастаются бобовые, а злаки подавляются, поэтому приходится увеличивать количество семян злаков в высеваемой смеси. Однако, позднее, раскустившиеся злаки начинают вытеснять бобовые из травостоя.

Опыт создания мозаичных посевов из чередующихся полос злаков и бобовых или расположенных в шахматном порядке клеток (размером 4 $м^2$) злаков и бобовых показывает, что эти посевы устойчивее и продуктивнее, чем сплошные.

4.3. Структура во времени (обратимые изменения фитоценоза)

Фитоценозы постоянно изменяются во времени, подстраивая свою структуру и функцию под изменения условий среды – суточные, сезонные, разногодичные. Кроме того, на временную структуру фитоценозов влияют ритмы развития отдельных видов (периодичность цветения, плодоношения и т.д.). На наземные фитоценозы суточные ритмы оказывают сравнительно

небольшое влияние. Так, у некоторых растений (*Lactuca tatarica*, виды рода *Trifolium*) в течение суток изменяется угол наклона листьев; у туранговых тополей (*Populus diversifolia*, *P. pruinosa*), растущих в поймах среднеазиатских рек, изменяется положение листовых пластинок, которые во время солнцепека повернуты к солнечным лучам ребром, а утром и вечером – широкой стороной. У лотоса (*Nelumbium cocciferum*) листья в ночное время лежат на поверхности воды, а в дневные часы поднимаются над ней. Значительно большее значение для наземных фитоценозов имеют изменения окружающей среды в течение года и в разные годы.

4.3.1. Сезонные изменения

В состав фитоценозов входят виды с разными циклы сезонного развития (феноритмотипами), и потому в течение сезона многократно изменяется облик фитоценозов – происходит смена аспектов. Например, в широколиственных лесах весной в напочвенном покрове представлены эфемероиды («подснежники») – виды рода *Anemone*, *Corydalis solida*, *Gagea lutea*, *Ficaria verna* и др. Они отцветают до распускания листьев на деревьях. Неодновременно зацветают виды лугов и степей. В.В. Алехин (1986) описал сезонные изменения фитоценозов в Курских степях на территории заповедника «Стрелецкая степь»:

1) аспект бурых мертвых остатков прошлогодней травы, цветущих растений еще нет;

2) синий аспект сон-травы (??);

3) аспект горицвета весеннего (), гиацинта () и свежей зеленой травы;

4) цветистый аспект первоцвета весеннего (), чины весенней (), ветреницы лесной (), ириса безлистного () и др.;

5) аспект массово цветущих незабудки () и ковыля перистого ();

6) аспект костреца берегового (), шалфея () и козлобородника ();

7) белый аспект клевера горного (), нивяника () и лабазника обыкновенного ();

8) отцветание основных видов растений;

9) бурый аспект усыхающего травостоя.

В разные годы в Курских степях удается наблюдать от 8 до 12 аспектов.

Василий Васильевич Алехин
(1882-1946) – основатель московской школы геоботаников, замечательный знаток степей европейской части России

Разновременность сезонного развития видов, входящих в состав фитоценоза, позволяет им дифференцировать экологические ниши и снизить уровень конкуренции за ресурсы.

Фенологические наблюдения являются одним из наиболее распространенных вариантов стационарных наблюдений за фитоценозами. Строятся фенологические спектры (графические фигуры, показывающие очередность и продолжительность цветения видов) и кривые цветения (отражающие динамику числа цветущих видов в течение вегетационного сезона). На этой основе фенологи оценивают климатические особенности конкретного года и динамику климата в разные годы.

На рис. ?? и ??, составленным по данным Т.В. Жирновой, показаны фенологический спектр и кривая цветения степного фитоценоза на территории Башкирского государственного заповедника. Характерно, что некоторые виды вторично зацветают во второй половине лета. Эта двувершинность является особенностью кривых цветения степных фитоценозов.

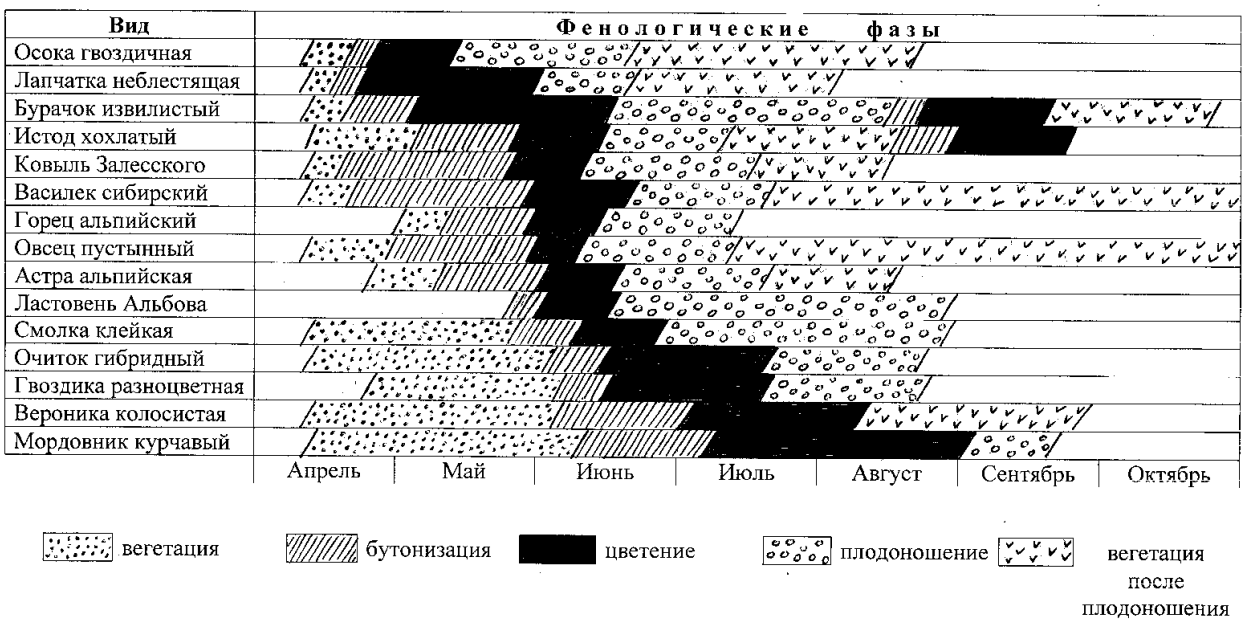


Рис. ??. Фенологический спектр степного растительного сообщества (Башкирский государственный заповедник, список видов сокращен).

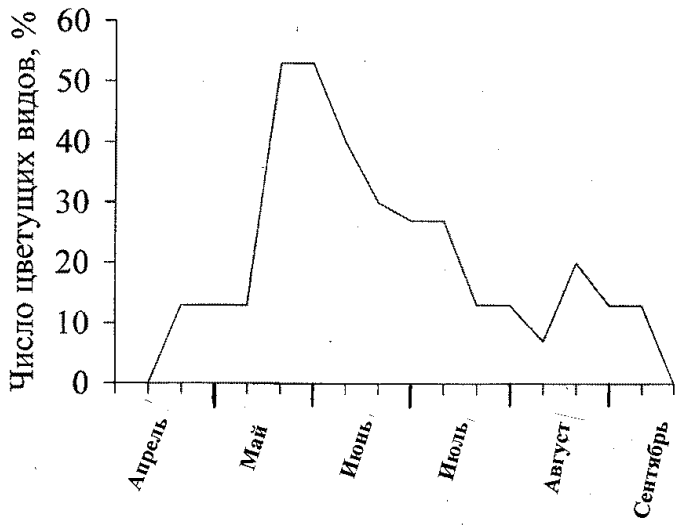


Рис. ??. Кривая цветения степного растительного сообщества (Башкирский государственный заповедник)

Результаты фенологических наблюдений имеют не только теоретическое, но и практическое значение: они необходимы при составлении графиков пастбищного использования травостоев или их скашивания, так как с фенологической фазой растений связана урожайность и качество корма, а также отавность (отрастание после стравливания или скашивания) травостоев.

4.3.2. Разногодичные изменения

Для обозначения разногодичных изменений фитоценозов используется термин «флюктуация». Флюктуации вызываются различными факторами, внешними и внутренними по отношению к фитоценозу, продолжительность их цикла не превышает 10 лет (более длительные циклические изменения рассматриваются как циклические сукцессии). Т.А. Работнов (1992) предложил различать следующие типы флюктуаций фитоценозов.

Экотопические (климатогенные) флюктуации. Это наиболее обычный тип флюктуаций. К примеру, облик луговых фитоценозов в результате экотопических флюктуаций может изменяться до неузнаваемости. По данным В.А. Михеева (1946), урожайность пойменного луга на гриве в долине р. Белой в разные годы изменяется в 10 раз.

Во влажный год (высокий паводок, обильные осадки в послепаводковый период) урожайность луга достигала 40 ц/га сена, и в травостое преобладало мезофильное разнотравье – лабазник вязолистный (*Filipendula ulmaria*), василисник простой (*Thalictrum simplex*), герань луговая (*Geranium pratense*), кровохлебка лекарственная (*Sanguisorba officinalis*) и др.

В сухой год урожайность снижалась до 4 ц/га, и травостой был представлен степными видами – типчаком (*Festuca valesiaca*) и мятликом узколистным (*Poa angustifolia*). Большая часть луговых видов оставалась в покоящемся состоянии.

Аналогичные данные получены при наблюдении на горных лугах Южного Урала (Янтурин, 1981). Из 46 видов, которые были зарегистрированы на наблюдаемом участке луга, в год засухи было отмечено лишь 14, и урожайность снизилась в 10 раз.

Еще более ярко экотопические флюктуации выражены в пустынных фитоценозах. В них периодически в благоприятные периоды года массово развиваются однолетники из числа эксплерентов. Р. Уиттекер (1980), изучавший фитоценозы пустыни Сонора, пришел к выводу, что для разных вариантов благоприятных периодов (с дождями, выпадающими в разное время года) имеются свои наборы видов. Поэтому для выявления всего потенциально возможного видового состава пустынных фитоценозов нужно не менее 10 лет.

Пирогенные (связанные с пожарами) флюктуации. Такие флюктуации происходят в фитоценозах средиземноморского типа, а также в некоторых других типах фитоценозов, адаптированных к влиянию пожаров. За счет подземных органов многолетников и семян, которые затаскивают в почву муравьи и другие насекомые, фитоценозы полностью восстанавливаются за срок менее 10 лет.

Фитоциклические флюктуации. Эти флюктуации связаны с особенностями биологических ритмов растений, входящих в состав фитоценозов. Так, дуб (*Quercus robur*) обильно плодоносит в среднем один раз в четыре года, и на следующий после этого год в напочвенном покрове фитоценоза будет много его всходов. Виды клевера (*Trifolium pratense*, *T. montanum*) обильно цветут один раз в четыре-пять лет (в т.н. клеверные годы). Именно в клеверные годы можно наблюдать формируемую *Trifolium montanum* фитоэнвайроментальную мозаику, о которой говорилось в предыдущем разделе.

Зоогенные флюктуации. Эти флюктуации фитоценозов обусловлены массовым развитием какого-либо вида животного-фитофага (этот вид может появиться в фитоценозе из соседней или даже весьма удаленной экосистемы, например, прилет саранчи). Так, в широколиственных лесах непарный шелкопряд в годы массового развития уничтожает практически всю листву на деревьях, экскременты гусениц обильно удобряют почву. Это улучшение режима освещения и дополнительное питание повышает продуктивность травяного яруса в 1,5-2 раза.

Интересные зоогенные флюктуации степных фитоценозов в Монголии описали Е.М. Лавренко и А.А. Юнатов. В отдельные годы там массово развивается полевка Брандта, которая почти полностью выедает дернины ковылей (в первую очередь *Stipa krilovii*) и разрыхляет поверхность почвы. Это приводит к тому, что из почвенного банка вегетативных зачатков (почек на корневищах) массово развиваются беловатые побеги востреца (*Leymus*

chinensis), и степь изменяется до неузнаваемости. Однако через 4-5 лет ковыли восстанавливаются, так как грызуны, полностью выедая их побеги, не повреждают почек возобновления, расположенных у поверхности почвы. Вострец снова становится второстепенным видом, хотя и с обильным банком вегетативных зачатков в почве.

Антропические флюктуации. Эти флюктуации связаны с изменениями антропогенного влияния на фитоценозы. Например, при разном режиме выпаса скота может изменяться состав травостоя пастбищ. При периодическом внесении минеральных удобрений изменяется состав фитоценозов естественного луга (однако при регулярном внесении удобрений происходит сукцессия с обеднением видового состава). Состав фитоценозов, расположенных в сфере влияния промышленных предприятий, может изменяться под действием однократных или периодических эмиссий веществ, загрязняющих атмосферу и почву.

ГЛАВА 5. КЛАССИФИКАЦИЯ ФИТОЦЕНОЗОВ

Классификация является важнейшим элементом любой науки, по словам великого Линнея, ее «Ариадниной нитью». Фитоценология не представляет исключения из этого правила – классификация растительности (синтаксономия) всегда была ее центральным разделом.

Год 1910, когда на III Международном ботаническом конгрессе в Брюсселе было принято определение растительной ассоциации как основной единицы классификации растительности (аналога вида у растений), рассматривается как «день рождения» фитоценологии.

5.1. Синтаксономия и таксономия

Синтаксономия использует опыт таксономии, которая к началу прошлого столетия была уже развитой наукой. Сложность классификации растительности объясняется тем, что в отличие от растений фитоценозы – это условно однородные части многомерного континуума растительности.

Таксономисты хотя бы в некоторых семействах имеют возможность выделять реально существующие дискретные биологические виды и, используя их как эталоны, в том же масштабе разбивать на условные таксономические виды те совокупности растений, в которых биологические виды установить нельзя, например, в случае если растения представляют гибридизирующие полувиды (сингамеоны) или микровиды (жорданоны). В синтаксономии таких эталонов нет. Масштаб ассоциаций и других синтаксономических единиц родился из коллективного опыта создания классификаций, удобных для использования.

Сложность классификации фитоценозов, кроме того, усиливается невысоким уровнем их целостности. Экология разных видов растений индивидуальна и потому взаимозависимость их распределений на градиентах

среды может быть слабой. В итоге архетипы (диагностические комбинации видов, по которым различаются синтаксоны) оказываются весьма «рыхлыми», что в корне отличает синтаксономию от таксономии. В таксономии признаки класса, порядка, семейства, рода в большинстве случаев представлены у всех входящих в их состав видов. Например, у каждого растения семейства Lamiaceae двугубый цветок, четырехгранный стебель, супротивные листья и др.

В синтаксономии диагностические виды, составляющие архетипы высших единиц (классов, порядков, союзов), не обязательно (и даже редко) в полном составе представлены во всех фитоценозах этих единиц. А некоторые маловидовые фитоценозы, например водных макрофитов, вообще не имеют архетипа высших единиц и включают те же самые диагностические виды, на основе которых выделены низшие единицы (ассоциации).

Поэтому синтаксономисты должны были искать свои методические подходы к выделению иерархических типов – синтаксонов. Иным было основное направление поиска критериев для установления типов. В таксономии система основывалась на устойчивых морфологических признаках (по преимуществу, цветка), гипотетически отражающих филогенетические закономерности формирования разнообразия растений, в синтаксономии – на отражении в фитоценозах свойств экотопов и стадий сукцессии (т.е. главных организующих факторах формирования фитоценоза).

Основные различия таксономии и синтаксономии показаны в табл. ??.

Таблица ??

Сравнение таксономии и синтаксономии

Признак	Таксономия	Синтаксономия
Объект классификации	Реально существующие особи растений или их части у вегетативноподвижных растений	Фитоценозы – условно ограниченные и условно однородные части континуума
Критерии классификации	*Основные*: строение генеративных органов, вегетативные признаки (включая габитус растения). *Дополнительные*: условия местообитания, тип фитоценоза, географический район	*Основные*: флористический состав и физиономия (доминанты). *Дополнительные*: условия местообитания, географический район
Соотношение непрерывности и дискретности классифици-руемого множества объектов	Единство дискретности и непре-рывности при преобладании дискретности	Единство непрерывности и дискретности при преобладании непрерывности

Фактический материал для классификации	Гербарные образцы (фиксированные растения или их части)	Геоботанические описания (списки видов на пробных площадках с указанием количественного участия видов)
Задача установления основной классификационной единицы	*Биологические виды* – группы репродуктивно изолированных растений с общим генофондом, морфологическим и экологическим сходством в пределах четко очерченного ареала. *Таксономические виды* – условно однородные и часто интерградирующие (связанные переходами) группы популяций с морфологическим и экологическим сходством и условно очерченным ареалом	Растительные ассоциации как условно однородные части синтаксономического континуума, представляющие его наиболее устойчивые и экологически контрастные сочетания видов, или стадии сукцессии в условно однородных местообитаниях и в пределах условно очерченного ареала
Охват классификацией разнообразия объектов	Полный. Каждый экземпляр растений относится к тому или иному таксономическому виду (реже он рассматривается как гибрид между двумя видами)	Неполный. Часть фитоценозов, имеющих переходный характер не описывается при полевом исследовании или выбраковывается при последующей обработке геоботанических описаний
Принцип построения классификационной иерархии	Морфологический и генетический и	Экологический (флористический и физиономический) и синдинамический
Выраженность архетипа	Более или менее чёткая. Архетипы низших рангов включают большинство признаков архетипов высших рангов, число различающихся признаков архетипа по этой причине тем больше, чем ниже таксономический ранг	Как правило, нечёткая, особенно у синтаксонов высших рангов. Включение признаков архетипов высших единиц в архетипы низших рангов неполное. Зависимость возрастания числа признаков архетипа при понижении синтаксономического ранга прослеживается редко
Жёсткость иерархической системы	Высокая, особенно у рангов «вид», «семейство» и «класс», хотя в некоторых группах один и тот же таксон можно с равным успехом отнести к двум вышестоящим таксонам. Таксономическое скольжение отмечается нечасто	Как правило, низкая. Доля синтаксонов, которые с равным основанием можно отнести к двум или даже нескольким высшим единицам, велика. Синтаксономическое скольжение достаточно обычно

5.2. Основные подходы к классификации

В фитоценологии используется два основных подхода к классификации фитоценозов – доминантный (физиономический) и флористический**.** При этом, как отметил Р. Уиттекер, проявилась «экология экологов»: на выбор критериев классификации влияли особенности изучаемой растительности. Фитоценологи, классифицирующие лесную растительность с выраженными доминантами, использовали доминантные критерии (северная традиция), а исследователи средиземноморских травяных и кустарниковых сообществ без выраженных доминантов – флористические критерии (южная традиция).

В настоящее время в подходах к классификации четко наметилась тенденция унификации. Рассмотрим наиболее распространенные подходы.

5.2.1. Классификация по доминантам

Физиономические классификации (на основе жизненных форм доминантов) представляют северную традицию. Они были разработаны при систематизации лесных фитоценозов с выраженными доминантами-эдификаторами.

В СССР (до начала 1970-х гг.) по доминантам классифицировалась любая растительность вне зависимости от того, насколько выражены доминанты и в какой степени они влияют на состав фитоценозов. Основоположником этой классификации были академик В.Н. Сукачев и крупный исследователь луговой растительности А.П. Шенников.

В.Н. Сукачев
(1888-1962)

А.П. Шенников
(1880-1967)

Основными единицами этой классификации были формации (совокупности фитоценозов с одним доминантом, реже с группой доминирующих видов) и ассоциации, которые выделялись по двум-трем доминантам. Эта простая система в какой-то мере оправдывала себя в лесах. В лесных фитоценозах доминанты устойчивы и являются эдификаторами, влияющими на состав видов напочвенного покрова. Формации (дубняк, сосняк, лиственничник) и ассоциации (ельник-кисличник, дубняк снытевый и др.) было легко выделить уже в ходе полевых исследований.

Однако этот подход оказался полностью неприемлемым для сменно-доминантной растительности лугов и тем более агроценозов (сообществ посевов). Доминанты в этих сообществах меняются не только в разные годы, но и в разные сезоны одного года. Поэтому одно сообщество в разные годы и даже в разные сезоны года нужно было относить к разным ассоциациям и формациям. Кроме того, качество классификаций (любого типа растительности) ухудшалось различиями экологических и географических ареалов доминантов. Так, формация эвритопа-космополита сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*), которая имеет очень широкий ареал (сосна может произрастать и на сфагновых болотах, и на известковых скалах), была по объему несопоставима с формацией стенотопа ольхи-черной (*Alnus glutinosa*), связанной с низинными эвтрофными болотами; формация стенотопа-олиготрофа душистого колоска (*Antoxanthum odoratum*) – с формациями эвритопов пырея ползучего (*Agropyron repens*) или щучки дернистой (*Deschampsia caespitosa*).

Еще менее информативными были единицы доминантной классификации пашенных фитоценозов, в которых доминант определяется человеком, а состав сегетальных видов связан с типом почвы и почвенным банком семян. Он почти без изменений сохраняется на разных стадиях севооборота, и только на фазе пропашных культур резко возрастает обилие малолетних видов. Поэтому формации пшеничная, кукурузная, ржаная и др. и ассоциации пырейно-пшеничная, ховощево-ячменная, разнотравно-гороховая или марево-кукурузная не имели никакого экологического содержания.

В итоге в 1970-1990-е гг. доминантный подход был постепенно вытеснен флористическим подходом Браун-Бланке, хотя доминантные типы по сей день используются в России и США для предварительной ориентации в разнообразии фитоценозов.

5.2.2. Биомы

В современной фитоценологии физиономические критерии классификации фитоценозов используются для установления высших единиц биогеографической классификации Земли – биомов. Биом – это совокупность фитоценозов с господством одной жизненной формы, с которым связаны все другие компоненты экосистемы. В отечественной

географии биому соответствует природная зона – тундровая, хвойных лесов, широколиственных лесов, лесостепная, степная, полупустынная и т.д.

Существует несколько систем биомов (Х. Вальтера, Ю. Одума, Р. Уиттекера), из которых самая простая – система Ю. Одума (1986). Приведем ее с краткими комментариями.

Тундры – безлесные пространства, расположенные севернее лесного биома.

Тайга – лесные территории с доминированием хвойных деревьев (ели – р. *Picea*, сосны – р. *Pinus*, пихты – р. *Abies*, лиственницы – р. *Larix*).

Широколиственные листопадные леса – южная часть лесной зоны с более теплым, чем в биоме тайги, климатом. Основные доминанты лесов – бук (р. *Fagus*), дуб (р. *Quercus*), липа (р. *Tilia*), ильм (р. *Ulmus*), береза (р. *Betula*), осина (р. *Populus*).

Степи – безлесные пространства с черноземными почвами, растительный покров которых сформирован главным образом злаковыми фитоценозами с преобладанием ковылей (р. *Stipa*), типчака (*Festuca valesiaca*) и других засухоустойчивых растений. Между биомами широколиственных леса и степи расположен экотон – **лесостепь**, где чередуются участки леса и степи, в основном благодаря влиянию хозяйственной деятельности человека.

Саванны – территории, где доминируют травяные фитоценозы с разреженным покровом деревьев в теплых и достаточно увлажненных условиях (количество осадков – 1000–1500 мм/год).

Чапараль и **жестколистные леса** – биом засушливого климата с обильными зимними дождями. Распространен в Средиземноморье, Северной Америке и Австралии.

Аридные пустыни – пространства, где количество осадков меньше 250 мм/год. Растительность представлена кустарниками, кустарничками, реже деревьями (например, саксаулом – р. *Haloxylon*). В видовом составе фитоценозов большую роль играют эфемеры, которые дают вспышки обилия после дождей.

Полувечнозеленые сезонные (зимнезеленые) тропические леса – тропические районы с периодами засухи летом или зимой.

Тропические (вечнозеленые) дождевые леса – тропические районы, где количество осадков превышает 2000 мм/год при отсутствии длительных засушливых периодов.

Ю. Одум предложил также классификацию биомов пресноводных и морских экосистем, которую мы не рассматриваем.

5.2.3 Флористическая классификация

Принципы флористической классификации были разработаны в начале 1920-х гг. швейцарским геоботаником Ж. Браун-Бланке (J. Braun-Blanquet).

Жозья Браун-Бланке
(1884-1980)
Создатель метода
флористической
классификации
растительных сообществ.
«Фитоценологический Линней»

Флористическая классификация основывается на положении о том, что видовой состав фитоценоза, вне зависимости от наличия или отсутствия доминантов, отражает условия среды, в которых он сформировался. Из состава фитоценозов выделяются виды-индикаторы, которые используются как диагностические виды типов фитоценозов (синтаксонов).

В первой половине XX в. принципы флористической классификации получили широкое распространение в европейских странах и Японии., После 1980 г. эти принципы стали использоваться фитоценологами СССР и России.

Более подробно принципы и методы флористической классификации фитоценозов рассмотрены в следующей главе.

ГЛАВА 6. ПОДХОД Ж. БРАУН-БЛАНКЕ

Подход Браун-Бланке имеет развитую методологию и методы классификации фитоценозов. Методологией подхода является редукционизм – разбиение континуума растительности на условно дискретные типы фитоценозов разного уровня.

6.1. Критерии флористической классификации

Синтаксоны флористической классификации устанавливаются на основе диагностических видов, среди которых различаются характерные, дифференцирующие и константные (табл. ??).

Таблица ??

Группы диагностических видов, использующиеся для различения синтаксонов (установление синтаксона B)

Группа диагностических видов	Синтаксон		
	A	B	C

Характерные («свои») Виды			
Дифференцирующие («заходящие») виды			
Константные («проходящие») виды			

Характерные («свои») виды. Это виды, которые встречаются в фитоценозах только одного синтаксона (или центрированы в нем, т.е. встречаются чаще, чем в других синтаксонах). Практика показала, что характерные виды для растительных ассоциаций – большая редкость. В синтаксонах более высокого ранга характерных видов больше.

Дифференцирующие («заходящие») виды. Это виды с широким экологическим диапазоном, которые диагностируют синтаксоны краями своих экологических амплитуд. Например, типчак (*Festuca valesiaca*) – самый распространенный вид в степной растительности, поэтому он не является диагностическим видом для различения синтаксонов степной растительности. Однако если типчак заходит в луговые фитоценозы, то он становится индикатором периодов пересыхания почвы и дифференцирующим видом для установления синтаксонов, связанных с такими условиями переменного водного режима. Аналогично луговые виды – лисохвост луговой (*Alopecurus pratensis*) или овсяница луговая (*Festuca pratensis*), широко распространенные в луговых фитоценозах, являются дифференцирующими видами для установления ассоциаций степей на почвах с периодом переувлажнения. Л.Г. Раменский называл такие «заходящие» виды детерминантами.

Константные («проходящие») виды. Эти виды встречаются в фитоценозах нескольких синтаксонов, тем не менее, их также используют при диагнозе, так как они представляют диагностические комбинации высших единиц, которые рассматриваются далее.

Три перечисленные группы диагностических видов составляют диагностическую комбинацию синтаксона.

В табл. 1 показана схема диагноза синтаксона «**B**». Этот синтаксон устанавливается по представленности «своих» видов и видов, заходящих из синтаксонов «**A**» и «**C**». В состав диагностической комбинации входит также группа «проходящих» видов, которые представлены в трех синтаксонах – **A**, **B** и **C**.

6.2. Синтаксономические ранги и номенклатура

Во флористической классификации растительности используются пять основных синтаксономических рангов: класс, порядок, союз, ассоциация, субассоциация. Кроме того, могут выделяться единицы ранга ниже

субассоциации – вариант, фация. Как дополнительные единицы иногда устанавливаются подсоюзы.

При наименовании синтаксона, в отличие от наименования таксона, указывается не только его автор, но и дата установления. Последнее связано с бóльшей условностью синтаксонов по сравнению с таксонами, недостаточной четкостью критериев их различения и потому возможностью появления разных названий для одного и того же типа фитоценоза и одного названия для разных типов фитоценозов. Указание даты позволяет определить приоритетное название.

В табл. ?? приведены примеры названий синтаксонов для двух типов растительности: сегетальной (сообществ полевых сорняков) и луговой.

Таблица ??

Номенклатура синтаксонов флористической классификации

Синтаксономический ранг	**Окончание**	**Примеры**	
		Сегетальная растительность	**Луговая растительность**
Класс	**-etea**	Stellarietea mediae Tx. et al. ex von Rochow 1951	Molinio-Arrhenatheretea R.Tx. 1937
Порядок	**-etalia**	Centaureetalia cyani Tx. et al. ex von Rochow 1951	Galietalia veri Mirkin et Naumova 1986
Союз	**-ion**	Galeopsion bifidae Abramova in Mirkin et al. 1985	Trifolion montani Naumova 1986
Подсоюз	**-enion**		Caricenion praecocis Mirkin et Naumova 1986
Ассоциация	**-etum**	Galeopsetum bifidae Abramova in Mirkin et al. 1985	Polygono sibirici-Puccinellietum tenuiflorae Mirkin et al. 1985
Субассоциация	**-etosum**	Galeopsetum bifidae fumaretosum Abramova in Mirkin et al. 1985	Polygono sibirici-Puccinellietum tenuiflorae alopecuretosum Mirkin et al. 1985
Вариант		Typicum	Typicum
Фация	-osum	Chenopodiosum albae	Glaudosum maritimae

Синтаксономические единицы понимаются в следующем объеме.

Класс – это единица с выраженной собственной физиономией, флористическая комбинация при установлении класса стоит на втором месте. У многих классов, представляющих вторичные сообщества (например, у лугового класса ***Molinio-Arrhenetheretea***) флористическая комбинация постепенно меняется от его западных границ к восточным.

Порядок – крупный вариант класса. В отличие от классов, порядки устанавливаются только на основе флористических критериев, хотя, разумеется, у разных порядков одного класса есть и физиономические различия.

Союз и **ассоциация –** следующие единицы синтаксономической иерархии. Фитоценозы, включенные в их состав, обладают высокой экологической и флористической общностью. Часто союз является

географическим или экологическим вариантом порядка, а ассоциация аналогично представляет собой географический или экологический вариант союза (т.е. союз в разных районах представлен разными ассоциациями).

Ассоциация разделяется на более дробные единицы – *субассоциации* и *варианты***,** устанавливаемые на основе флористических различий.

Фации – самые дробные единицы синтаксономии. Они выделяются по доминантам внутри субассоциации или варианта.

Конструирование названий синтаксонов, их видоизменение и отмена регулируются специальным «Кодексом фитосоциологической номенклатуры». Третье издание «Кодекса» было опубликовано в 2000 г. на английском языке, а затем переведено на русский язык (Вебер и др., 2005). Главные требования «Кодекса»:

– охрана приоритетных прав ученых, впервые описавших тот или иной синтаксон;

– строгие правила конструирования названий синтаксонов;

– обязательное документирование описываемых синтаксонов фитосоциологическими таблицами (т.е. таблицами полных геоботанических описаний).

Синтаксон, описанный в соответствии с требованиями «Кодекса», обладает валидностью, т.е. законностью, и признается всеми фитоценологами.

6.3. Основные этапы классификационной процедуры

Классификационная процедура включает четыре этапа.

Рекогносцировочный этап. Фитоценолог знакомится с растительностью, которую предстоит классифицировать. В ходе рекогносцировки он намечает предварительные типы фитоценозов, различающихся по условиям местообитания (экотопу) и флористическому составу.

Аналитический этап. Выполняются геоботанические описания фитоценозов. Пробные площади располагаются в соответствии с принципом типического отбора в тех предварительных типах фитоценозов, которые были намечены на рекогносцировочном этапе. Фитоценозы, представляющие переходы (экотоны) между намеченными типами, как правило, не описываются. Для каждого предварительного типа выполняется по 10 описаний, однако если этот тип имеет малую площадь, то число описаний может быть меньшим.

Синтетический этап. Составляется валовая таблица геоботанических описаний, в которой столбцами являются описания, а строками – виды. Эта таблица упорядочивается, в результате чего происходит ее диагонализация: рядом располагаются столбцы геоботанических описаний со сходным флористическим составом и строки видов со сходным распределением по этим описаниям. В итоге выделяются фитоценоны – группы геоботанических

описаний фитоценозов сходного флористического состава, которые пока не имеют синтаксономического ранга (табл. ??). Единичные геоботанические описания, которые отклоняются по составу от выделенных фитоценонов, выбраковываются. Виды, встречающиеся с высоким постоянством в нескольких фитоценонах, относятся к группе константных. Виды, редко встречающиеся в таблице и не показывающие тяготения ни к одному из фитоценонов, относятся к группе случайных видов.

Таблица ??

Схема результатов синтетического этапа классификации

Фитоценоны								
A		**B**		**C**				
a	a	a	a	a	a	a	a	a
b		b	b	b	b	b	b	b
c	c	c	c					
d	d	d	d					
		e	e					
		f	f	f	f	f	f	f
			j	j	j	j	j	J
		h	h		h		h	H
i	i			i		i		
g								

Примечание: пояснение к таблице приведено в тексте.

Ранее вся классификационная процедура проводилась вручную. На миллиметровой бумаге составлялись матрицы данных геоботанических описаний: строками были виды, столбцами – геоботанические описания. Далее с использованием ножниц и клея переупорядочивались вначале строки, затем столбцы.

В настоящее время используется компьютер, в наиболее простом варианте – программа Excel.

В табл. ?? прописными буквами обозначены три фитоценона (A, B, C). Тоном выделены группы видов:

1) сквозные виды (a, b);

2) виды, диагностирующие фитоценоны A и B (c, d);

3) вид, диагностирующий фитоценон B (e);

4) виды, диагностирующие фитоценоны B и C (f, j, h);

5) случайные виды (i, g).

При выделении фитоценонов используется также критерий отсутствия групп диагностических видов: для фитоценона A – группы 3 и 4; для фитоценона C – группы 2 и 3.

В результате синтетического этапа строится парциальная синоптическая таблица, в которой дается обобщенная характеристика каждого выделенного фитоценона. Для всех видов указываются классы постоянства (V – свыше 80%, IV – 79-60%, III – 59-40%, II – 39-20%, I – менее 20%), а для видов-доминантов, кроме того, – интервал изменения

обилия. Фрагмент парциальной синоптической таблицы для типов луговых сообществ приведен в табл. ??.

Таблица ??

Парциальная синоптическая таблица (фрагмент)

Виды	**Фитоценоны**		
	I	**II**	**III**
	Число описаний		
	12	8	10
Lotus corniculatus	V^{+-3}	V^{-3}	V^{r-3}
Fragaria viridis	IV	V^{2-3}	V^{2-3}
Achillea millefolium	V^{+-2}	IV	III
Phleum pratense	V^{+-2}	I	
Dactylis glomerata	V^{+-2}	II	
Agrostis tenuis	V^{1-2}	III	
Vicia cracca	V	III	
Cynoglossum officinale		IV	II
Origanum vulgare		IV	IV
Agrimonia eupatoria	I	IV	V^{r-2}
Artemisia absinthium		IV	V^{r-2}
Salvia verticillata			V^{r-3}

Синтаксономический этап – установление синтаксономического ранга выделенных фитоценонов (ассоциация, субассоциация, вариант) и встраивание их в синтаксономическую иерархию, т.е. определение принадлежности к высшим синтаксономическим рангам – союзу, порядку, классу. Названия новым единицам присваиваются в соответствии с правилами фитосоциологической номенклатуры. Такой подход к классификации называется классическим синтаксономическим анализом. Кроме того, возможен неклассический синтаксономический анализ (см. раздел ?? *Дедуктивный метод классификации растительных сообществ*).

Для выполнения синтаксономического анализа составляется обзорная синоптическая таблица, в которую включаются установленные фитоценоны, а также синтаксоны аналогичной растительности по данным литературы или баз данных геоботанических описаний. Возможны два варианта синтаксономического анализа.

Вариант 1. Для классифицируемой растительности синтаксономия уже разработана. Устанавливаемые синтаксоны встраиваются в синтаксономическую иерархию, при этом возможно добавление новых ассоциаций (и единиц ранга ниже ассоциации), а также новых союзов и реже – новых порядков.

Вариант 2. Для классифицируемой растительности синтаксономия отсутствует. В этом случае синтаксономия строится индуктивно «от нуля». Ассоциации собираются в союзы, союзы – в порядки, порядки – в классы.

6.3. Достоинства подхода Браун-Бланке

Рассмотрим достоинства подхода Браун-Бланке, которые обеспечили его «агрессивность» и превратили самого Браун-Бланке в «фитосоциологического Линнея».

Развитая методология, **в основе которой лежит редукция непрерывности до дискретности.** В логике метода заложены возможности классифицирования любой растительности вне зависимости от того, дискретна она или непрерывна.

Высокая информативность синтаксонов, отражающих экологические условия и сукцессионный статус фитоценоза. С экологическим и сукцессионным статусом скоррелированы многие другие сущностные признаки фитоценоза, отражающие его функциональные характеристики (продуктивность, распределение фитомассы и др.), а также видовое богатство и структуру в пространстве и во времени.

Гибкость критериев классификации. Флористические критерии – основные, но не единственные, они дополняются физиономическими, экологическими и ботанико-географическими критериями, которые «стоят за» классификацией.

Открытость системы, преемственный характер развития классификации. При развитии синтаксономии возможны любые ее дополнения: уточнение диагноза уже выделенных синтаксонов, встраивание новых синтаксонов в уже существующую иерархию, дополнение ее новыми высшими единицами.

Строгая система номенклатуры. Названия синтаксонов регламентируются «Кодексом фитосоциологической номенклатуры».

Строгая форма документирования результатов синтаксономического исследования. Для описания нового синтаксона требуется публикация хотя бы одного (обычно 10 и более) полного геоботанического описания, которое его представляет. Это также регламентируется «Кодексом фитосоциологической номенклатуры».

6.4. История распространения подхода Браун-Бланке в России

В СССР до 1960-х гг. в силу неблагоприятного политического климата подход Браун-Бланке не использовался, так как считался «буржуазным». В 1960-1070-х гг. политический климат в стране стал изменяться, и советские фитоценологи начали осваивать подход Браун-Бланке. Однако в силу инерции они пытались примирить принципы доминантной классификации с подходом Браун-Бланке, но это не дало положительных результатов.

Использование подхода Браун-Бланке началось только в 1980-е гг. Большую роль в этом сыграла «Шестая Всесоюзная конференция по классификации растительности» **(**Уфа, 1981 г.), в резолюции которой содержалась рекомендация перехода на последовательное использование принципов флористической классификации. По итогам конференции была

опубликована коллективная монография «Классификации растительности СССР» (1986), содержавшая статьи с результатами классификации фитоценозов в соответствии с подходом Браун-Бланке (т.е. с приведением фитосоциологических таблиц).

Основу синтаксономии растительности России составила система высших единиц, установленных в Центральной Европе. Однако в силу гигантской территории страны и наличия в составе ее растительности многих растительных сообществ, которые нельзя было отнести к центральноевропейским синтаксонам, в ходе разработки синтаксономии устанавливались новые синтаксоны, особенно много в ранге союза (табл. ??).

Таблица ??

Динамика установления новых синтаксонов за период 1980-2012 гг.

Синтаксон	Десятилетия		
	до 1990 г.	1990-1999 гг.	после 1999 г.
Класс	4	7	11
Порядок	16	14	41
Союз	39	62	106
Подсоюз	10	9	27

Большую роль в развитии российской синтксономии играет журнал «Растительность России» (Санкт-Петербург, редакторы Н.В. Матвеева и Б.К. Ганнибал), который выходит с 2001 г. (рис. ??) и публикует полные таблицы характеристики синтаксонов.

Рис. ?? Общероссийский геоботанический журнал

6.5. Развитие методов флористической классификации

В настоящее время получили развитие компьютерные методы обработки геоботанических данных. Кроме того, разработаны и новые

подходы к классификации фитоценозов, например, дедуктивный метод классификации К. Копецки и С. Гейни.

6.5.1. «Компьютерные» методы флористической классификации растительности

Компьютерные методы классификации растительности на основе подхода Браун-Бланке разделяются на два основных варианта (Голуб, 2012).

Неконтролируемые методы классификации. Эти методы моделируют процедуру обработки таблиц геоботанических описаний. Одной из первых программ, которая имитировала «ручной» процесс такой работы является TWINSPAN. Алгоритм обработки в программе TWINSPAN строится на основе непрямой ординации массива описаний с его иерархическим дихотомическим делением и диагонализацией. Дихотомическую иерархию групп видов, полученную в результате обработки совокупности описаний программой TWINSPAN, можно интерпретировать как иерархию синтаксонов (вариант, субассоциация, ассоциация и т. д.). Те же задачи решаются и при кластерном анализе растительности, в основе которого лежит близость флористического состава.

В компьютерных программах применяются различные коэффициенты сходства/различия (Жаккара, Съеренсена и др.), а также евклидово расстояние и др. Далее проводится кластеризация – разбиение совокупности геоботанических описаний на кластеры (группы описаний) так, чтобы каждый из них состоял из схожих описаний, а описания разных кластеров существенно отличались. Для всех пар рассматриваемых описаний рассчитывают степень их сходства между собой, а затем, используя различные методы связывания, строят дендрограмму.

Обычно выделенные с помощью программы TWINSPAN или на основе коэффициентов сходства группы описаний требуют «ручной» доработки экспертом, направленной, как правило, на увеличение различия между ними за счет выбраковки переходных описаний. Доля выбракованных описаний может достигать 50-70%.

Появились и новые специализированные пакеты программ для обработки геоботанических описаний, предназначенные для классификации растительности. Наиболее совершенным из них в настоящее время является пакет программ JUICE, который позволяет одновременно обрабатывать до 65 тысяч описаний (Tichý, 2002).

Контролируемые методы классификации. Эти методы используют внешние заданные критерии того, на что должны быть похожи отдельные описания и фитоценоны. К ним относится метод «Cocktail» (Bruelheide, 2000), основанный на экспертных знаниях. Эксперт, имея свое мнение, формирует группы видов, в то время как программа предлагает возможные решения и гарантирует, что конкретные шаги в процессе классификации применяются

последовательно для всего набора данных. Итоговое выделение единиц растительности описывается с помощью логических формул. Новые описания, которые не присутствовали в оригинальном наборе данных, на основе этих формул могут быть также классифицированы как принадлежащие или не принадлежащие к определенной единице растительности.

Контролируемые методы классификации целесообразно применять для территорий с уже хорошо предварительно изученной растительностью, а неконтролируемые методы классификации лучше использовать на территориях в синтаксономическом отношении малоизученных, а также, если ставится задача выявить новые комбинации видов на ранее хорошо исследованной площади.

Использование баз геоботанических данных. Для хранения коллекций геоботанических описаний создаются электронные базы данных. Кроме накопления информации, электронные базы данных обеспечивают перевод геоботанических описаний в форматы, понятные для других программ, которые позволяют проводить различную их обработку (Голуб, 2012).

Базы геоботанических описаний дают возможность анализировать материал на уровне видов, сообществ, экосистем и ландшафтов. Возникло новое направление науки – экоинформатика – дисциплина, изучающая природу на основе знаний, концентрируемых в базах данных, которые характеризуют растительные сообщества в сочетании с абиотическими и историческими факторами. При Международной ассоциации по изучению растительности (IAVS) организована постоянно действующая рабочая группа, занимающаяся проблемами экоинформатики.

В августе 2010 г. был подготовлен общемировой каталог геоботанических баз данных (GIVD). В России в компьютерных базах было зарегистрировано 21604 геоботанических описаний. В настоящее время процесс создания баз данных геоботанических описаний в России активно развивается.

Базы данных создаются как с использованием стандартных программ, таких как Microsoft Access**,** Microsoft Excel или MySQL, так и на основе специальных систем управления базами данных, предназначенных для фитосоциологических исследований. К последним относятся, например, TURBOVEG и BIOTABase

6.5.2. Дедуктивный метод классификации К.Копецки и С.Гейни

Чешские фитоценологии К. Копецки и С. Гейни (Kopečky, Hejny, 1974) предложили оригинальный метод классификации, который удобен для классификации синантропных фитоценозов с высоким участием эвритопных видов. Дедуктивным методом выделяются сообщества, которые подчиняются непосредственно классу или порядку по наличию в их составе диагностических видов высших единиц. Кроме того, сообщество может быть отнесено сразу к двум высшим единицам, если оно представляет переход между ними.

Различают два типа сообществ, устанавливаемых дедуктивным методом:

базальные сообщества (Б.с.). Доминант базального сообщества является видом класса, к которому оно относится;

дериватные сообщества (Д.с.). Доминант дериватного сообщества является видом класса, к которому оно не относится (например, рудеральный вид в луговом или степном сообществе), часто – это вообще заносный вид.

В название сообщества, установленного дедуктивным методом, включаются вид-доминант (реже два доминанта) и заключенное в квадратные скобки название высшей единицы (или двух или даже трех единиц, если «сообщество» представляет переход между ними), к которому оно отнесено.

Метод прост в использовании, установление единиц не сопровождается существенной выбраковкой геоботанических описаний, выделяемые «сообщества» не защищаются «Кодексом фитосоциологической номенклатуры». Он применяется в трех основных случаях.

1. Классификация хронически-сериальных фитоценозов (длительное время испытывающих сильное влияние антропогенного фактора) обедненного флористического состава, в котором представлены виды одной высшей единицы.

Например:

– дериватное сообщество ***Cardaria draba*** [***Onopordetalia acanthii***];

– дериватное сообщество ***Cyclachaena xanthiifolia*** [***Artemisietea vulgaris***];

– базальное сообщество ***Ceratocarpus arenarius*** [***Polygono-Artemisietea austracae***].

Два первых сообщества периодически испытывают нарушающее влияние человека на территории населенных пунктов, третье сообщество представляет заключительную стадию пастбищной дигрессии.

2. Классификация фитоценозов, во флористическом составе которых сочетаются виды смежных высших единиц, различающихся по условиям среды. В этом случае доминант имеет широкую экологическую амплитуду, охватывающую местообитания сразу двух высших единиц.

Например, базальное сообщество ***Polygonum aviculare*** [***Planatginetea majoris/Polygono-Artemisietea austriacae***].

3. Классификация серийных фитоценозов, в составе которых присутствуют виды двух стадий сукцессии.

Например:

– базальное сообщество ***Chaerophyllum prescottii***[***Artemisietea vulgaris/ Galietalia veri***];

– базальное сообщество ***Conium maculatum-Urtica dioica*** [***Galio-Urticetea/Molinio-Arrhenatheretea***].

Оба сообщества представляют стадии восстановительной сукцессии растительности от рудеральных к луговым фитоценозам на месте заброшенных населенных пунктов.

6.6. Характеристика основных классов растительности Башкортостана

ГЛАВА 7. ХАРАКТЕРИСТИКА ОСНОВНЫХ КЛАССОВ РАСТИТЕЛЬНОСТИ БАШКОРТОСТАНА

В этой главе приведена характеристика ?? основных классов растительности РБ. Общее число классов в РБ составляет 34 (Ямалов и др., 2012). Приведены диагностические виды (Д.в.) классов, которые отражают особенности их экологии и число ассоциаций, которые позволяют судить о синтаксономическом и экологическом разнообразии фитоценозов класса.

ВОДНАЯ И ПРИБРЕЖНО-ВОДНАЯ РАСТИТЕЛЬНОСТЬ

LEMNETEA de Bolós et Masclans 1955
Сообщества свободноплавающих на поверхности и в толще воды неукореняющихся растений (плейстофитов). Сообщества класса распространены практически во всех водоемах РБ.
Д.в. – *Hydrocharis morsus-ranae, Lemna minor, L. trisulca, Riccia fluitans, alvinia natans, Spirodela polyrhiza.*
Число ассоциаций – 9.

POTAMETEA PECTINATI Klika in Klika et Novák 1941
Сообщества прикрепленных к дну растений с плавающими на поверхности или погруженными в толщу воды листьями (гидатофитов). Сообщества класса распространены практически во всех водоемах РБ.
Д.в. - *Elodea canadensis, Hippuris vulgaris, Myriophyllum spicatum, M. verticillatum, Nuphar lutea, N. pumila, Nymphaea alba, N. candida, Persicaria amphibia, Potamogeton compressus, P. crispus. P. filiformis, P. friesii, P. gramineus, P. lucens, P. pectinatus, P. pusillus, P. perfoliatus, Trapa natans.*
Число ассоциаций – 20.

PHRAGMITO-MAGNOCARICETEA Klika in Klika et Novák 1941
Водные и околоводные сообщества прикрепленных к дну и возвышающихся над водой растений (гелофитов). Распространены по прибрежьям и мелководьям большинства водоемов РБ.
Д.в. - *Alisma plantago-aquatica, Calla palustris, Carex acuta, C. atherodes, C. pseudocyperus, Cicuta virosa, Cladium mariscus, Equisetum fluviatile, Eleocharis palustris, Galium palustre, Glyceria maxima, Iris pseudacorus, Lycopus europaeus, Lythrum salicaria, Oenanthe aquatica, Persicaria amphibia, Phalaroides arundinacea, Phragmites australis, Rorippa amphibia, Rumex hydrolapathum, Scirpus lacustris, Scutellaria galericulata, Sium latifolium, Sparganium emersum, S. erectum, Stachys palustris, Typha angustifolia, T. latifolia, T. laxmanii, Veronica anagallis-aquatica, V. beccabunga.*
Число ассоциаций – 29.

СИНАНТРОПНАЯ РАСТИТЕЛЬНОСТЬ

К синантропной растительности относятся фитоценозы, формирование которых связано с влиянием человека. Эти фитоценозы формируются в процессе вторичной восстановительной сукцессии после антропогенных нарушений растительности (***Artemisietea vulgaris***, ***Secalietea***, ***Bidentetea***, ***Galio-Urticetea***, ***Robinietea***) или представляют заключительные стадии аллогенных сукцессий, чаще пастбищной дигрессии (***Polygono arenastri-Poëtea annuae***, ***PolygonoArtemisietea austriacae***). В первом варианте синантропной растительности в фитоценозах преобладают эксплеренты, во втором – патиенты, устойчивые к выпасу и вытаптыванию.

BIDENTETEA TRIPARTITAE R. Tx. et al. ex von Rochow 1951.
Синантропные сообщества однолетних гидрофитов на поврежденных антропогенными воздействиями, переувлажненных, часто заиленных почвах, в понижениях по берегам рек, ручьев, водосточных канав, прудов и озер. Небольшие по площади фитоценозы этого класса распространены во всех природных зонах РБ.
Д.в. – *Alopecurus aequalis, Atriplex prostrata*, *Bidens cernua, B. frondosa, B. tripartita, Chenopodium glaucum, Ch. polyspermum, Ch. rubrum, Echinochloa crusgalli, Persicaria hydropiper, P. lapathifolia, Ranunculus sceleratus, Rorippa palustris, Rumex maritimus, Xanthium albinum.*
Число ассоциаций – 2.

ГЛАВА 7. ДИНАМИКА ФИТОЦЕНОЗОВ

TTTTTTTTTTTT

ГЛАВА 8. ФИТОЦЕНОЗ КАК ЧАСТЬ ЭКОСИСТЕМЫ

TTTTTTTTTTTT

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

TTTTTTTTTTT

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ: РОЛЬ И МЕСТО ФИТОЦЕНОЛОГИИ В СОВРЕМЕННОЙ НАУКЕ И ПРАКТИКЕ РАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ 3
ГЛАВА 1. ФИТОЦЕНОЛОГИЯ КАК ЧАСТЬ НАУКИ О РАСТИТЕЛЬНОСТИ 5
ГЛАВА 2. ИСТОРИЯ ФИТОЦЕНОЛОГИИ 6
2.1. Предыстория (до 1910 г.). 6
2.2. История (1910-1950 гг.) 7
2.3. Современная фитоценология (после 1950 г.) 9

ГЛАВА 3. СОСТАВ ФИТОЦЕНОЗА 10
3.1. Видовое богатство фитоценоза 10
3.1.1. Кривая «число видов/площадь» 11
3.1.2. Гипотезы объяснения видового богатства 12
3.1.3. Роль механизмов сосуществования 15
3.1.4. Градиенты видового богатства 16
3.2. Спектр систематического состава 17
3.3. Спектр жизненных форм 18
3.4. Спектр экологических групп 20
3.5. Выделение экологических групп с использованием экологических шкал 22
3.6. Спектр фитоценотического состава фитоценоза 25
3.7. Спектр географических типов ареала 25
3.8. Спектр типов эколого-фитоценотических стратегий 27
3.8.1. Первичные типы стратегий 28
3.8.2. Вторичные типы стратегий 30
3.9. Ресурсные виды в составе фитоценоза 30
3.10. Редкие виды в составе фитоценоза 31
3.11. Адвентивные виды в составе фитоценоза 32
3.12. Инвазивные виды в составе фитоценоза 33
ГЛАВА 4. СТРУКТУРА ФИТОЦЕНОЗА 36
4.1. Вертикальная структура 36
4.2. Горизонтальная структура 39
4.3. Структура во времени (обратимые изменения фитоценоза) 41
4.3.1. Сезонные изменения 42
4.3.2. Разногодичные изменения 44
ГЛАВА 5. КЛАССИФИКАЦИЯ ФИТОЦЕНОЗОВ 46
5.1. Синтаксономия и таксономия 46
5.2. Основные подходы к классификации 49
5.2.1. Классификация по доминантам 49
5.2.2. Биомы 50
5.2.3 Флористическая классификация 51
ГЛАВА 6. ПОДХОД Ж. БРАУН-БЛАНКЕ 52
6.1. Критерии флористической классификации 52
6.2. Синтаксономические ранги и номенклатура 53
6.3. Основные этапы классификационной процедуры 55
6.3. Достоинства подхода Браун-Бланке 58
6.4. История распространения подхода Браун-Бланке в России 58
6.5. Развитие методов флористической классификации 59
6.5.1. «Компьютерные» методы флористической классификации растительности 60
6.5.2. Дедуктивный метод классификации К.Копецки и С.Гейни 61
ГЛАВА 7. ДИНАМИКА ФИТОЦЕНОЗОВ 64
ГЛАВА 8. ФИТОЦЕНОЗ КАК ЧАСТЬ ЭКОСИСТЕМЫ 64
ЗАКЛЮЧЕНИЕ 65
ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА 65

МИНПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. М. АКМУЛЛЫ»

Г.Ф.Галикеева
Э.М.Галимова
С.В.Любина

ГЕНЕТИКА С ОСНОВАМИ СЕЛЕКЦИИ

РАБОЧАЯ ТЕТРАДЬ

УФА 2021

УДК 571.1 (075.3)
ББК 28.04я73
Г93

Галикеева, Г.Ф., Галимова, Э.М., Любина С.В. Генетика с основами селекции: рабочая тетрадь / Г.Ф.Галикеева, Э.М.Галимова, С.В.Любина. – Уфа: Изд-во БГПУ, 2021. – 88 с.

Пособие предназначено для бакалавров дневной формы обучения направления «Биология» Естественно-географического факультета Башкирского государственного педагогического университета им. М. Акмуллы.

Рабочая тетрадь составлена в соответствии с государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 06.03.01 Биология, рабочей программой дисциплины и предназначена для индивидуальной работы студентов по дисциплине «Генетика».

Рабочая тетрадь является учебным пособием по выполнению лабораторных работ по курсу «Генетика». Разработанная в соответствии с программой курса, она содержит задания, позволяющие закрепить и структурировать теоретический и практический материал, проработанный на аудиторных занятиях.

© Издательство БГПУ, 2021

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Рабочая тетрадь по генетике с основами селекции составлена на основе требований ФГОС по направлению подготовки 06.03.01 «Биология» и направлена на формирование:

знаний

- законов наследования,
- цитологических законов наследования,
- строения ДНК,
- механизмов матричных процессов в клетке,
- особенностей строения и функционирования генов про- и эукариот,
- особенностей наследования признаков, сцепленных с полом,
- основных понятий и определений популяционной генетики,
- особенностей селекции по качественным и количественным признакам,
- способов отбора пар для скрещиваний,
- особенностей проведения отдаленной гибридизации.

умений и навыков

- проведения скрещивания и анализа потомства,
- проведения генетического анализа наследования признаков,
- определения частот аллелей и генотипов в популяции,
- определения основного числа полиплоидного ряда,
- решения ситуационных генетических задач,
- обработки научной литературы и создания на основе полученных данных интерактивных проектов.

Тетрадь предназначена для студентов направления 06.03.01 «Биология» всех профилей подготовки и преследует цель помочь студентам систематизировать учебный материал, выработать четкость и ясность изложения. Тетрадь содержит в себе задания, выполнение которых способствует систематическому и более глубокому усвоению материала.

Изучая основные разделы генетики студенту необходимо заполнить имеющиеся таблицы, схемы и подписать рисунки. Рабочая тетрадь может являться отчетным материалом для сдачи блоков по дисциплине «Генетика», служит для привития навыков самостоятельной работы и закрепления изученного учебного материала.

Оглавление

I. История развития, основные достижения и проблемы генетики 5
II. Цитологические основы наследственности 8
1. Строение клетки 8
2. Строение хромосомы 9
3. Типы клеточного деления 10
III. Гаметогенез 15
1. Споро- и гаметогенез у цветковых растений 15
2. Гаметогенез у человека 18
IV. Молекулярные основы наследственности 21
1. Строение ДНК и РНК 21
2. Матричные процессы 23
V. Закономерности наследования признаков 28
1. Моногенное наследование признаков 28
2. Ди- и полигенное наследование признаков 31
3. Взаимодействие неаллельных генов 35
4. Сцепленное с полом наследование 44
5. Сцепленное наследование и кроссинговер 51
VI. Мутационная изменчивость 60
1. Генные мутации 60
2. Хромосомные мутации 62
3. Геномные мутации 64
VII. Модификационная изменчивость 68
VIII. Закономерности наследования признаков в популяциях 74
IX. Генетические основы селекции 79

Раздел I. История развития, основные достижения и проблемы генетики

В результате освоения данной темы студент должен знать: место генетики в современной биологической науке; цели и задачи генетики как науки; значение генетики; ведущих ученых в области генетики.

1. Дайте определение понятиям:

Генетика

Наследственность

Изменчивость

2. Заполните таблицу:

Раздел науки	**Решаемые задачи**
Общая генетика	
Цитогенетика	
Медицинская генетика	
Экологическая генетика	
Молекулярная генетика	

3. Заполните таблицу:

№ п/п	Дата	Описание открытия в области генетики	Авторы открытия
1	1866 г.		
2	1871 г.		
3	1900 г.		
4	1907 г.		
5	1909 г.		
6	1911 г.		
7	1953 г.		
8	1961 г.		
9	1988 г.		
10	1997 г.		

4. Составьте справку о ведущих ученых в области генетики:

№ п/п	ФИО ученого	Вклад в развитие генетики	Год	Источник
1				
2				
3				
4				

5				
6				
7				
8				

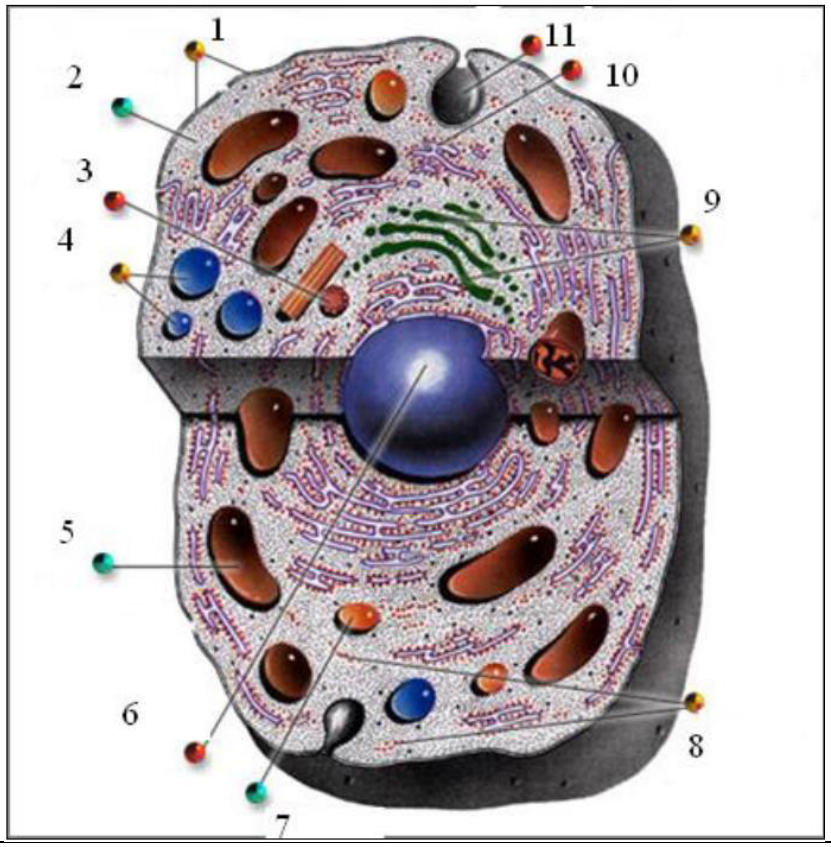
Оценка: _____ Подпись: _____ Преподаватель: _____
Замечания:

Раздел II. Цитологические основы наследственности

В результате освоения данного раздела студент должен знать: строение эукариотической клетки; этапы клеточного цикла; типы клеточного деления, биологическую роль и сущность процессов митоза и мейоза; строение и функции хромосом; механизмы нарушения клеточного деления.

2.1. Строение клетки

1. Обозначьте органоиды клетки, кратко опишите их функции:



№	Органелла, функции
1	
2	
3	
4	

5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	

2.2. Строение хромосомы

1. Дайте определения понятиям:

Хромосома

Центромера

Политенная хромосома

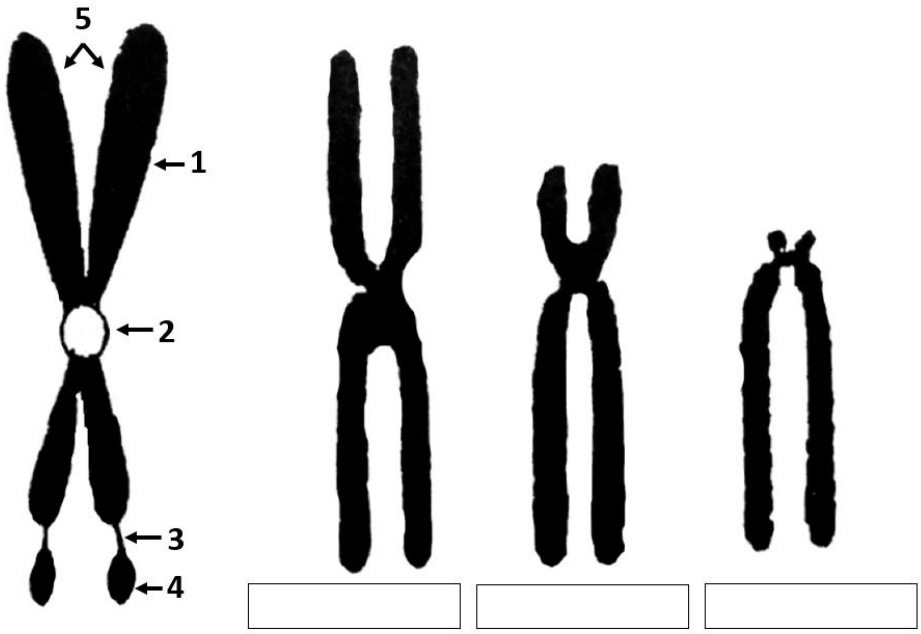
Аутосома

Кариотип

Кариограмма

2. Укажите название типов хромосом и частей хромосомы.

1_____, 2_____, 3_____,
4_____, 5_____.



2.3. Типы клеточного деления

1. Дайте определения понятиям:

Клеточный цикл

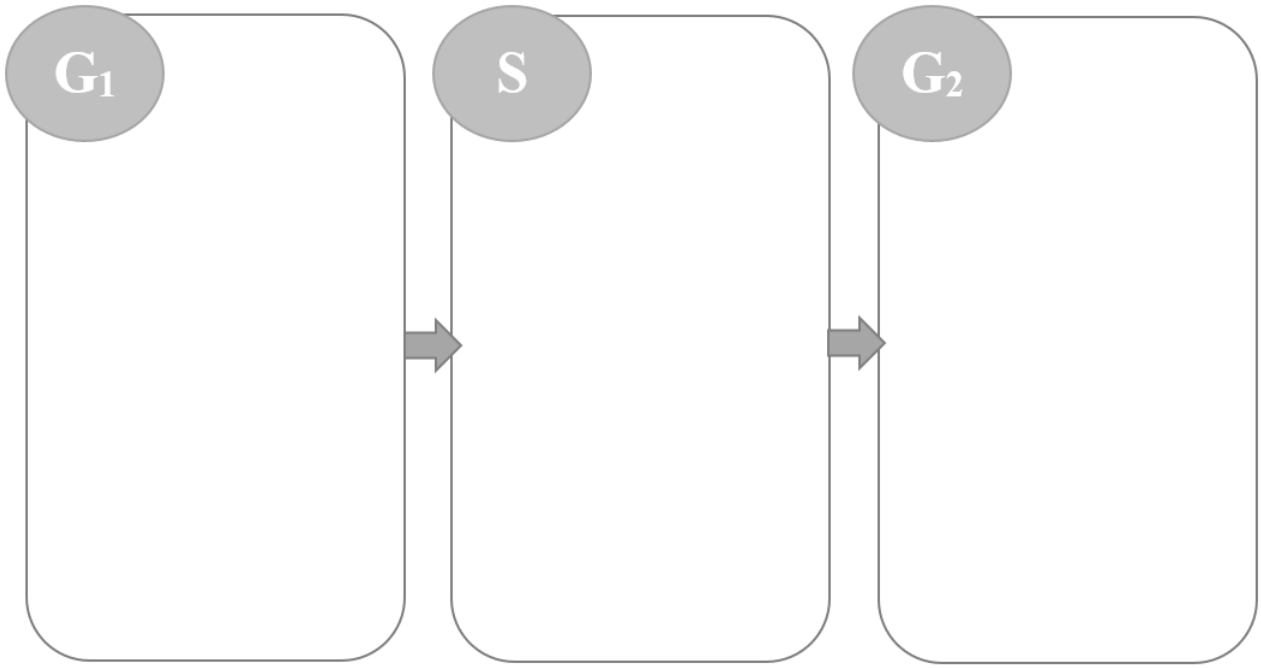
Митоз

Мейоз

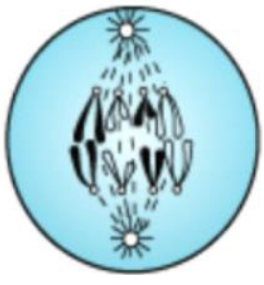
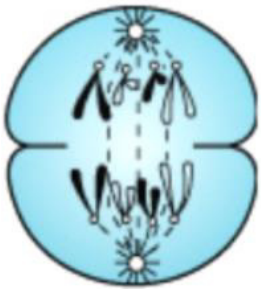
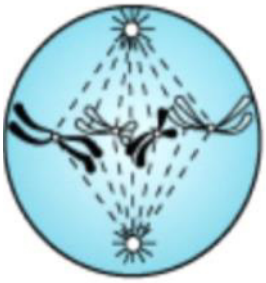
Амитоз

Интерфаза

2. Дополните схему «Стадии интерфазы» – напишите основные процессы, происходящие на каждой стадии. Укажите количество хромосом и молекул ДНК на каждой стадии интерфазы у домашней мухи (2n=12).



3. Укажите правильную последовательность и названия фаз митоза, подпишите название и номер фазы под картинкой. Укажите количество хромосом и молекул ДНК в каждой фазе митоза у домашней мухи (2n=12).

			
____n____c	____n____c	____n____c	____n____c

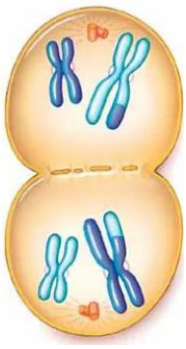
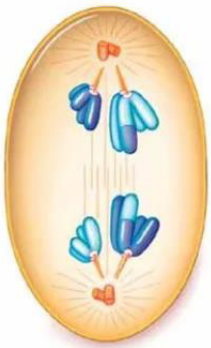
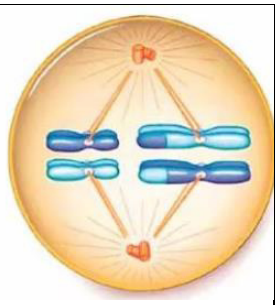
1. Заполните таблицу «Характеристика фаз митоза»:

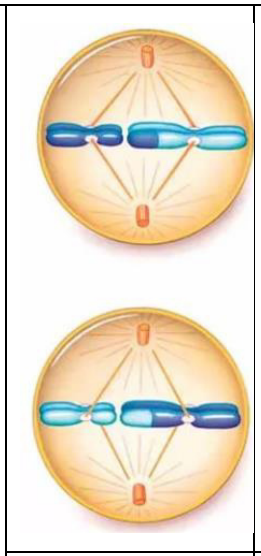
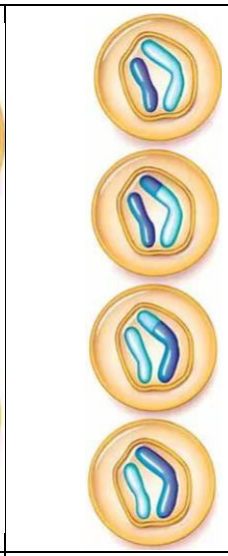
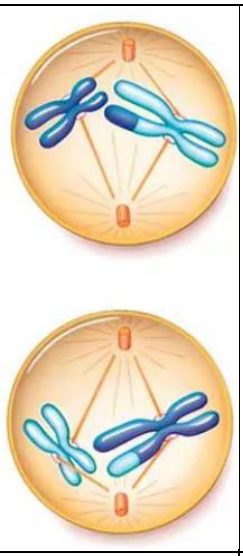
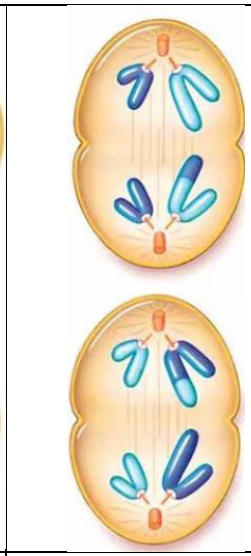
Фаза митоза	Характеристика процессов
1.	

2.	
3.	
4.	

5. Каково биологическое и генетическое значение митоза?

6. Укажите правильную последовательность и названия фаз мейоза, подпишите название и номер фазы под картинкой. Укажите количество хромосом и молекул ДНК в каждой фазе мейоза у домашней мухи (2n=12).

I деление				
	_____n____c	_____n____c	_____n____c	_____n____c

II деление				
	_____n____c	_____n____c	_____n____c	_____n____c

7. Каково биологическое и генетическое значение мейоза?

_____

_____

_____

_____

_____

_____

8. Заполните таблицу «Характеристика фаз мейоза»:

Фаза мейоза	Характеристика процессов
I деление (редукционное)	
1.	
2.	
3.	
4.	

II деление (эквационное)	
1.	
2.	
3.	
4.	

Оценка: _____ Подпись: _____ Преподаватель: _____
Замечания:

Раздел III. Гаметогенез

В результате освоения данного раздела студент должен знать: особенности макро- и микроспорогенеза, а также гаметогенеза у цветковых растений; механизм двойного оплодотворения у цветковых растений; стадии сперматогенеза и оогенеза человека.

3.1. Споро- и гаметогенез у цветковых растений

1. Дайте определения понятиям:

Макроспорогенез

Макрогаметогенез

Микроспорогенез

Микрогаметогенез

Гаметофит

Спорофит

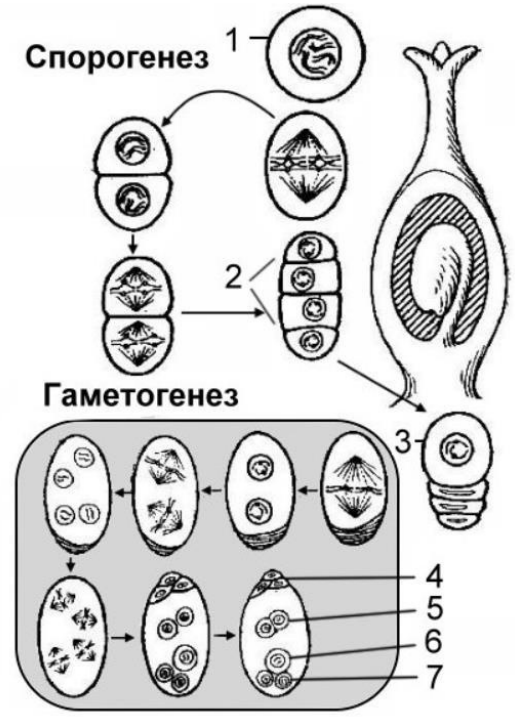
Семязачаток

Микропиле

Спермий

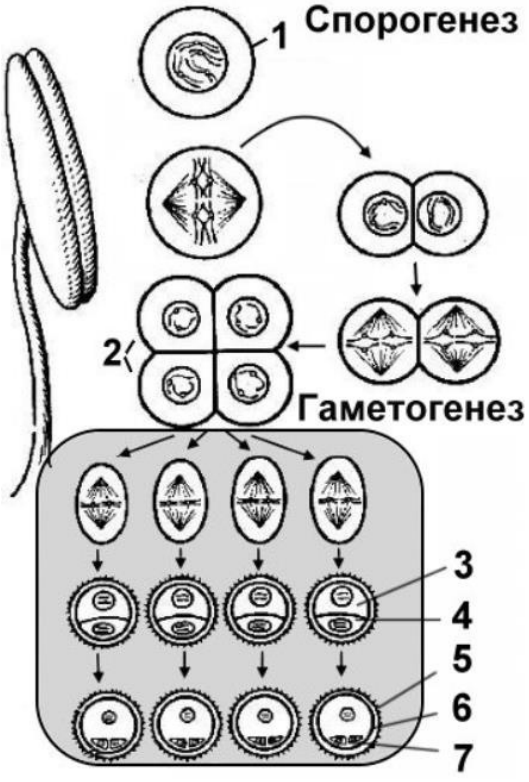
Пыльцевая трубка

2. Укажите названия частей семязачатка на каждом этапе макроспорогенеза и макрогаметогенеза.



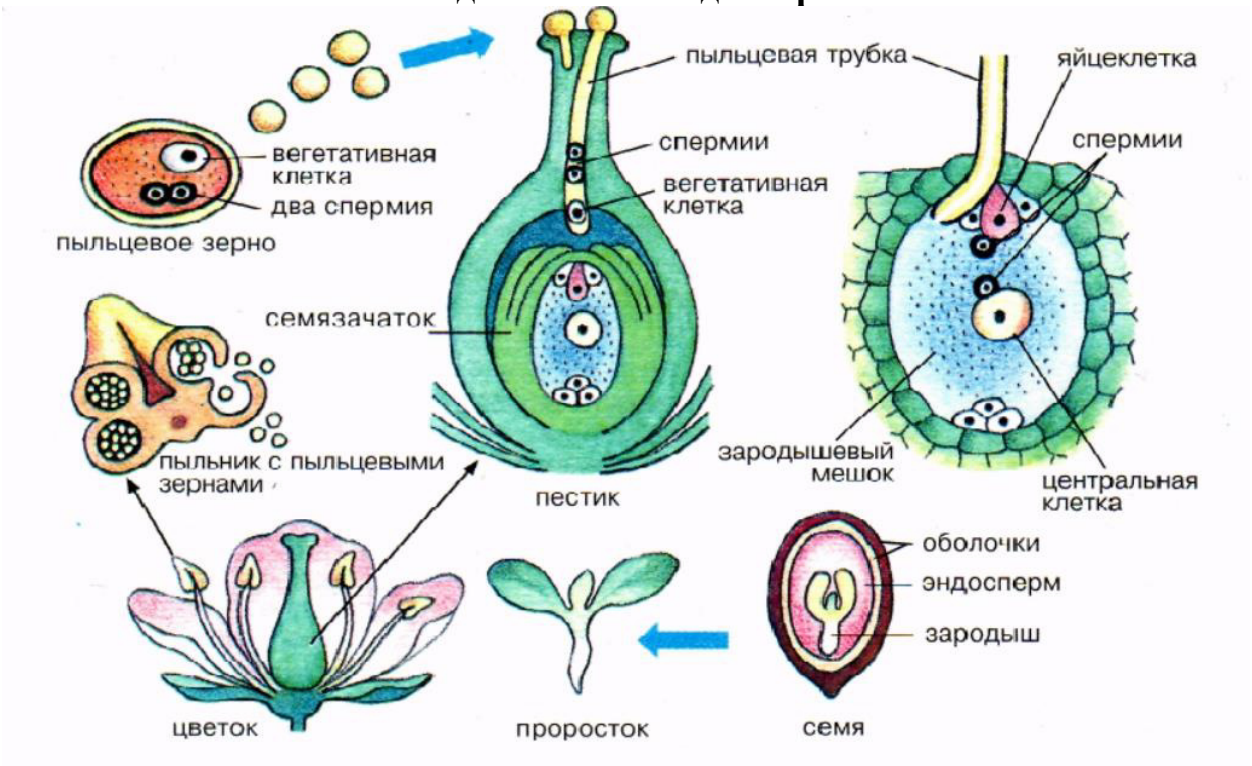
1_____, 2_____, 3_____,
4_____, 5_____,
6_____, 7_____.

3. Укажите названия частей пыльцевого зерна на каждом этапе микроспорогенеза и микрогаметогенеза.



1_____, 2_____, 3_____,
4_____, 5_____,
6_____, 7_____.

4. Изучите схему двойного оплодотворения цветкового растения. Опишите основные этапы двойного оплодотворения.



3.2. Гаметогенез у человека

1. Дайте определения понятиям:

Оогенез

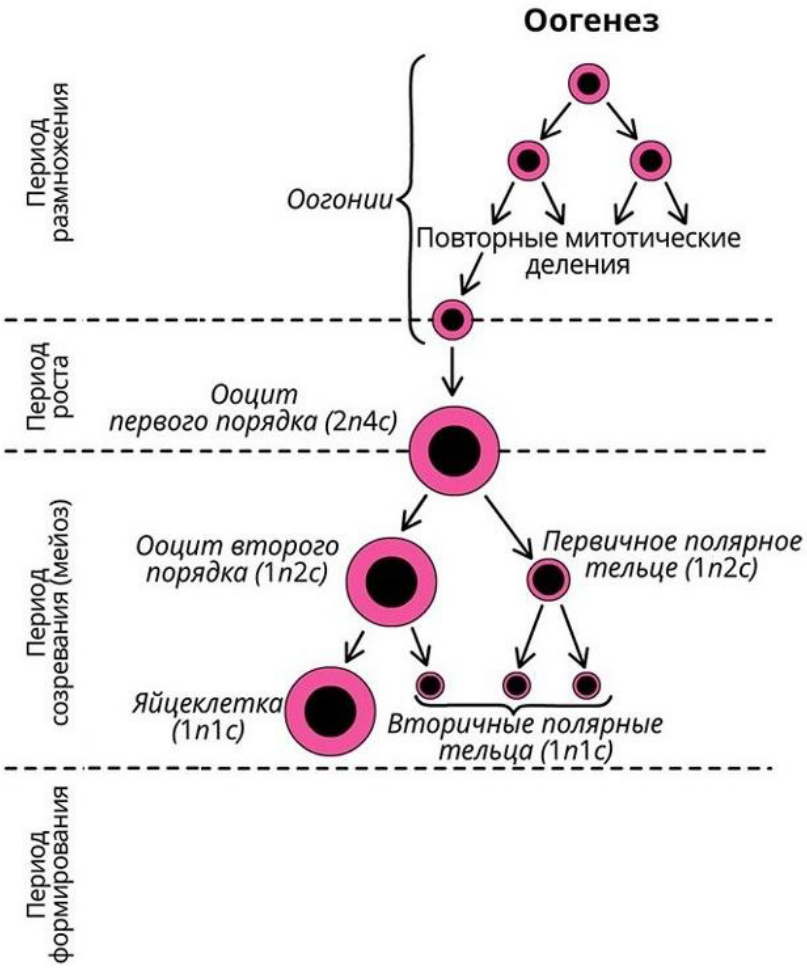
Сперматогенез

Яичник

Семенники

2. Изучите схему оогенеза человека. Кратко опишите каждый период и укажите в какой этап онтогенеза проходят эти события.

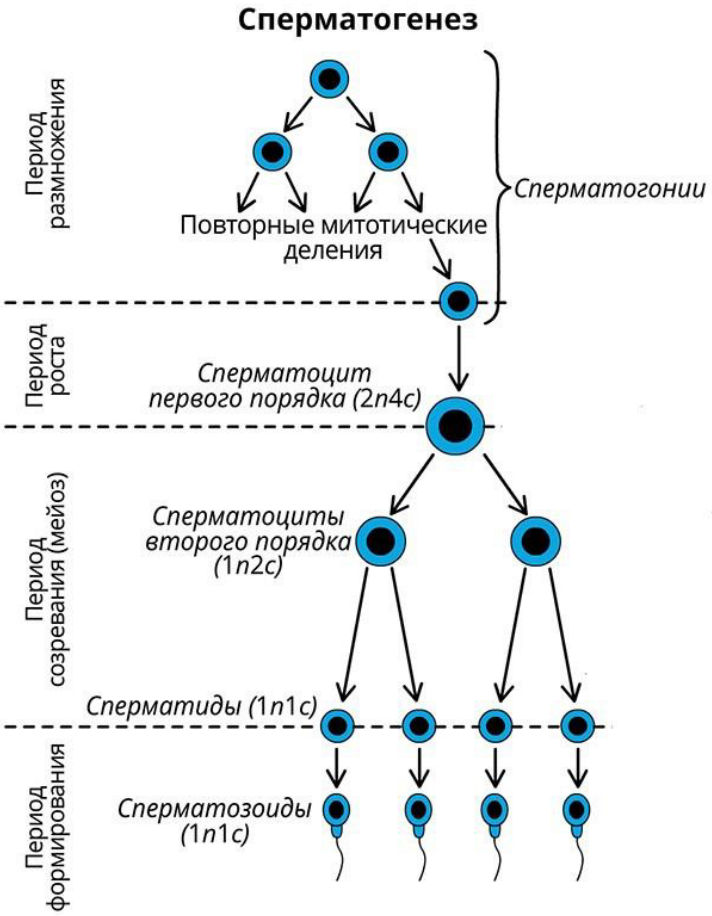
Название периода	**Описание периода**	**Этап онтогенетического развития**	**Количество хромосом и молекул ДНК**
Период размножения			____n____c
Период роста			____n____c
Период созревания			____n____c
Период формирования			____n____c



3. Изучите схему сперматогенеза человека. Кратко опишите каждый период и укажите в какой этап онтогенетического развития проходят эти события.

Название периода	**Описание периода**	**Этап онтогенетического развития**	**Количество хромосом и молекул ДНК**
Период размножения			____n____c
Период роста			____n____c

Период созревания			____n____c
Период формирования			____n____c



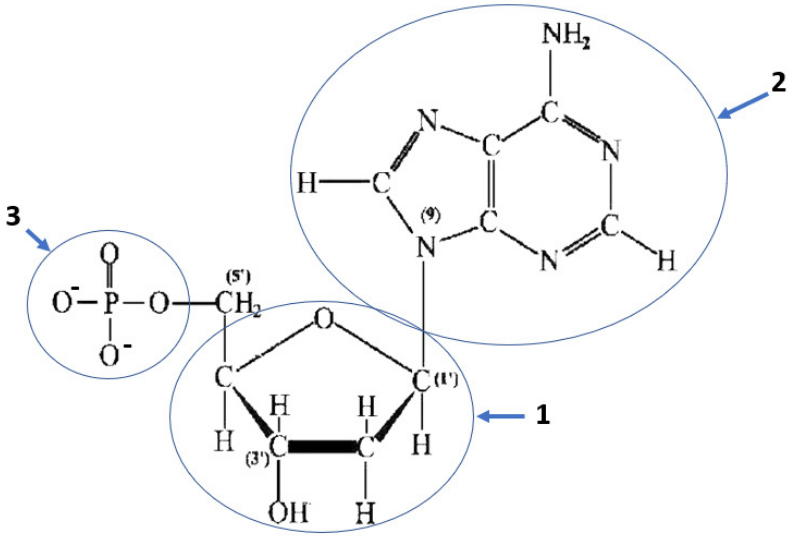
Оценка: _____ Подпись: _____ Преподаватель: _____
Замечания:

Раздел IV. Молекулярные основы наследственности

В результате освоения данного раздела студент должен знать: строение и функции молекул ДНК и РНК; понятие генетического кода; сущность процессов репликации, транскрипции и трансляции.

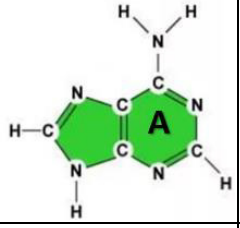
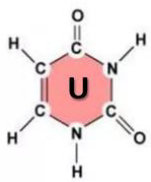
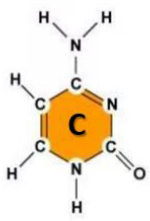
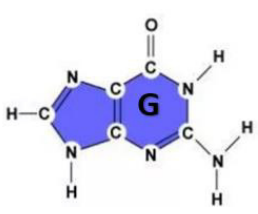
4.1. Строение ДНК и РНК

1. Укажите части нуклеотида, входящего в состав ДНК

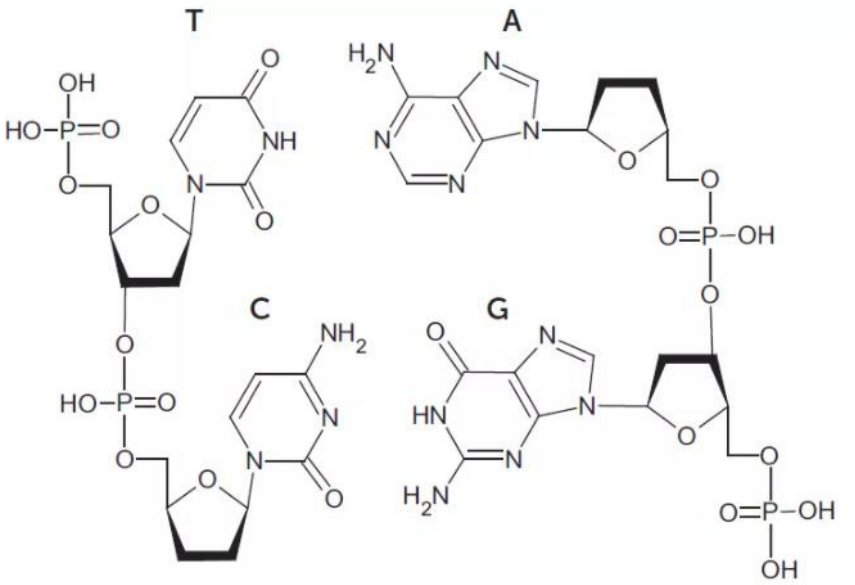


1	
2	
3	

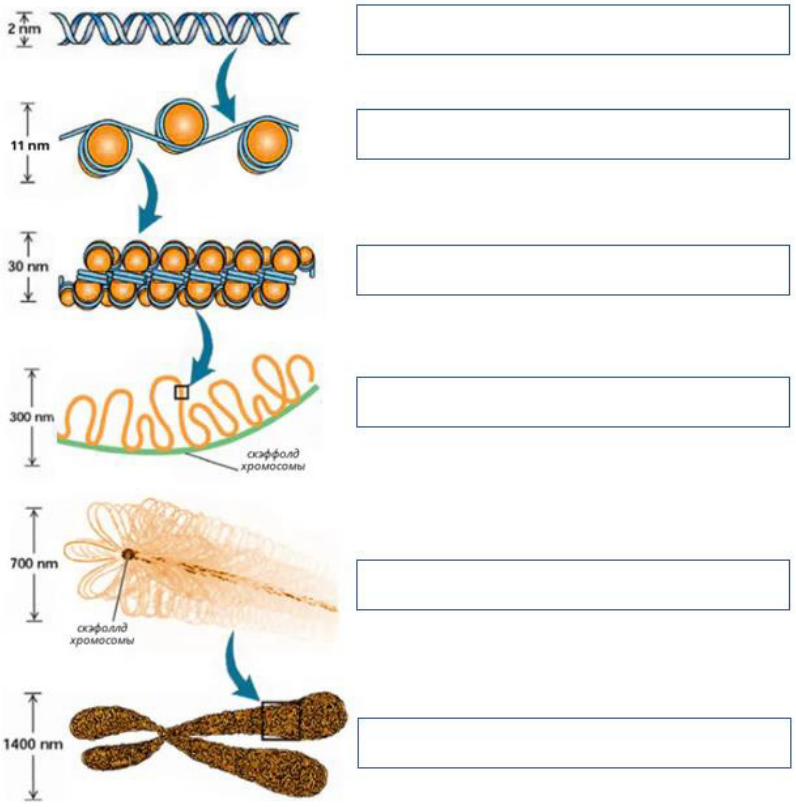
2. Укажите класс азотистых оснований Пуриновые или Пиримидиновые:

3. Изобразите водородные связи между азотистыми основаниями комплементарных нуклеотидов и фосфодиэфирные связи между нуклеотидами в двух комплементарных цепях.



4. Укажите уровни компактизации ДНК.



5. Укажите параметры двуцепочечной молекулы ДНК.

Расстояние между нуклеотидами -

Диаметр молекулы -

Количество нуклеотидов в одном витке спирали -

Длина одного витка спирали -

4.2. Матричные процессы

1. Дайте определения понятиям:

Репликация

Транскрипция

Трансляция

Ген

Процессинг

Альтернативный сплайсинг

Кэпирование

Кодон

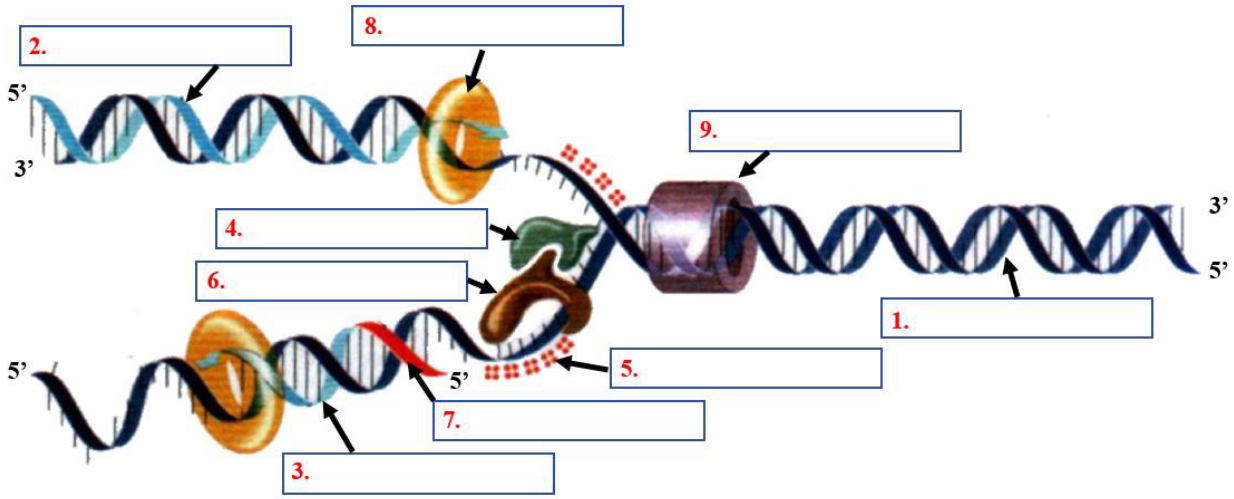
Антикодон

Генетический код

2. Установите соответствие:

A	**Репликация**	**a**	**Синтез белка**	**1**	**В цитоплазме**
B	**Транскрипция**	**b**	**Синтез ДНК**	**2**	**В ядре**
C	**Трансляция**	**c**	**Синтез РНК**	**3**	**В ядре**

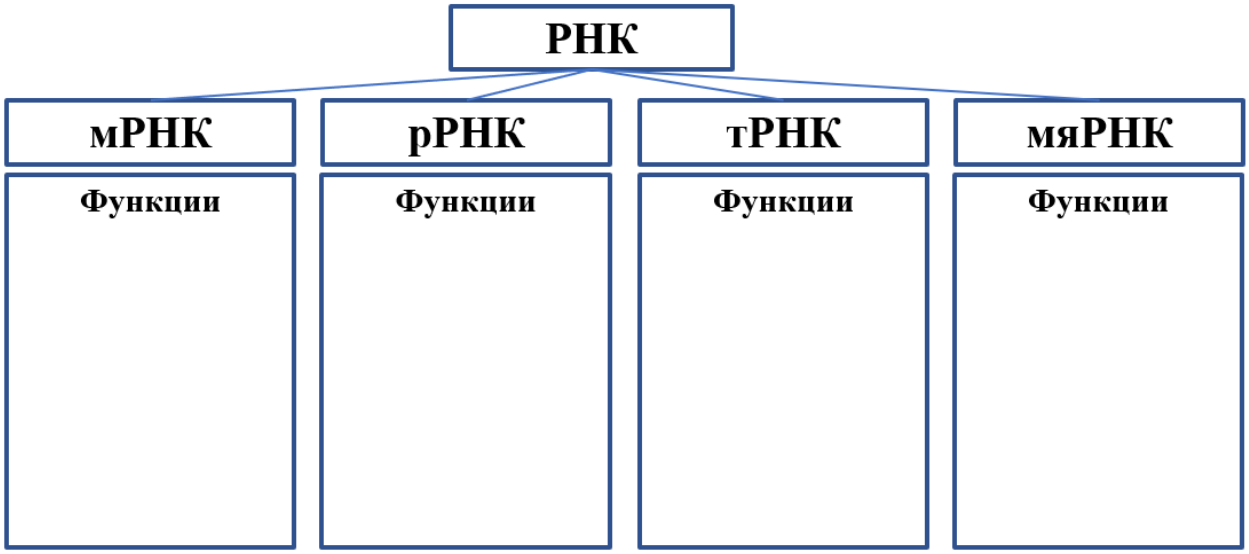
3. Обозначьте основные компоненты и ферменты репликации, кратко опишите их функции:



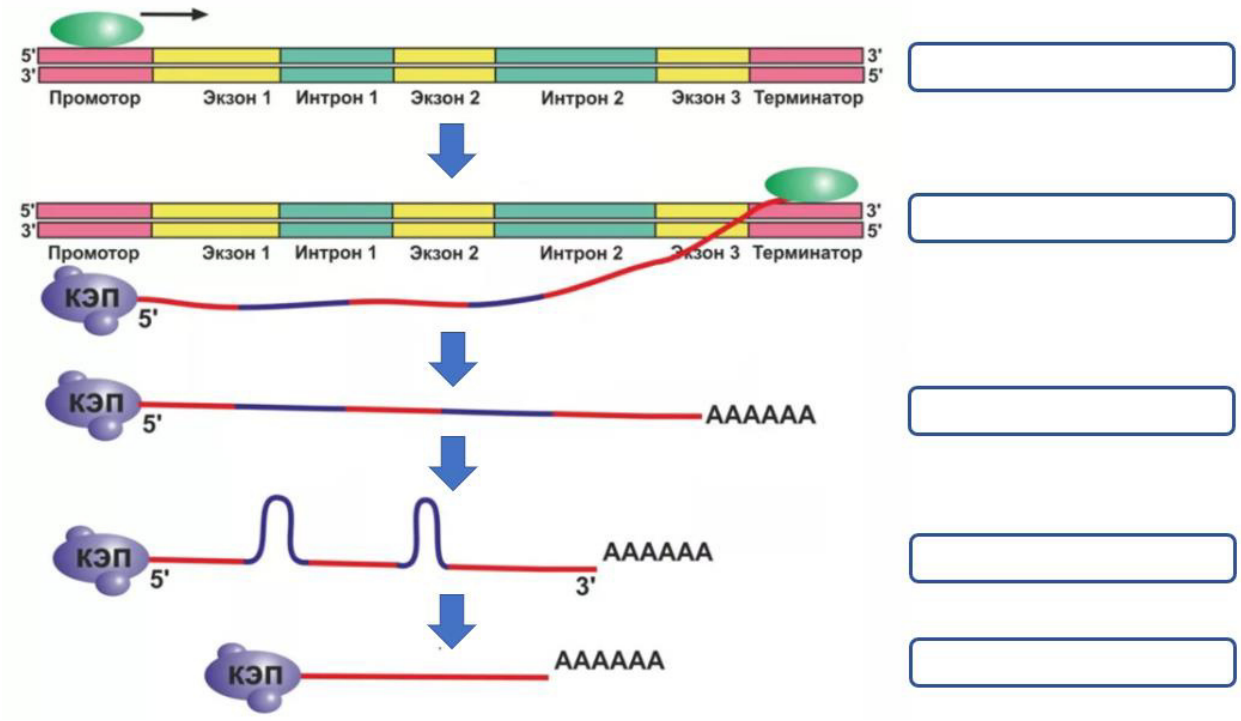
№	Фермент или компонент, функции
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	

9	

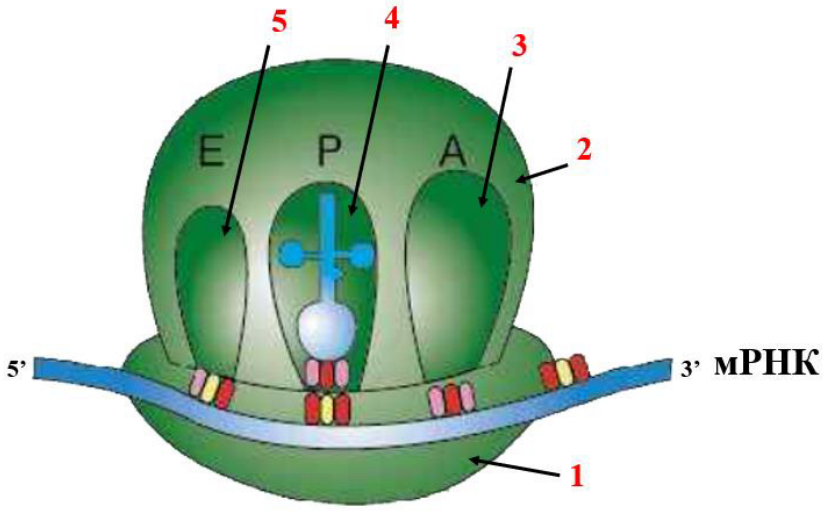
4. Заполните схему:



5. Укажите основные этапы образования мРНК.



6. Укажите основные компоненты рибосомы.



1_____,
2_____, 3_____,
4_____, 5_____.

7. На основании последовательности нуклеотидов фрагмента и-РНК определите антикодоны т-РНК и последовательность аминокислот, закодированную в этом фрагменте (для этого используйте таблицу генетического кода). Также напишите фрагмент молекулы ДНК, на котором была синтезирована эта и-РНК.

иРНК	У Г Ц	А Ц У	Г А А	Ц Г Ц	Г У А
тРНК					
аминокислоты					
ДНК					

Оценка: _____ Подпись: _____ Преподаватель: _____

Замечания:

Раздел V. Закономерности наследования признаков

В результате освоения данного раздела студент должен знать: закономерности наследования моногенных и полигенных признаков; типы взаимодействия аллелей гена; виды взаимодействия генов; закономерности сцепленного наследования.

5.1. Моногенное наследование признаков

1. Дайте определение понятиям:

Ген

Аллель

Множественный аллелизм

Генотип

Фенотип

Аутосома

Гамета

Чистые линии

Закон чистоты гамет

Закон единообразия гибридов первого поколения

Закон расщепления

Анализирующее скрещивание

2. Заполните таблицу:

Расщепление	**Тип взаимодействия аллелей гена**		
	Полное доминирование	Неполное доминирование	Кодоминирование
По генотипу			
По фенотипу			

3. Решите задачи на наследование признаков.

Задача 1. При скрещивании двух сортов томатов, один из которых имел желтые, а другой красные плоды, гибриды F1 имели красные плоды, а во втором поколении – 58 красных и 14 желтых плодов. Объясните расщепление. Докажите правильность своей гипотезы с помощью критерия χ^2. Каковы генотипы исходных сортов и гибридов F1?

Дано:

Ген	Генотип	Фенотип

Решение:

Ответ:

Задача 2. При разведении в себе черно-белых кур в потомстве, состоящем из 42 цыплят, было 20 черно-белых, 12 черных и 10 чисто белых. Как это можно объяснить? Как наследуются черно-белая окраска оперенья? Какое скрещивание следует поставить для получения только черно-белых цыплят?

Дано:

Ген	Генотип	Фенотип

Решение:

Ответ:

Задача 3. От скрещивания растений львиного зева с красными и кремовыми цветками в первом поколении все растения имели бледно-красные цветки, а во втором произошло расщепление: 22 с красными, 23 с кремовыми и 59 с бледно-красными цветками. Объясните расщепление. Определите генотипы исходных растений. Правильность своей гипотезы проверьте с помощью критерия χ^2.

Дано:

Ген	Генотип	Фенотип

Решение:

Ответ:

Задача 4. В серии множественных аллелей окраска шерсти у кроликов наблюдаются следующие взаимоотношения $C^{+} > C^{ch} > C^{h}$. Какую часть потомства составят крольчата гималайской и шиншилловой окраски при скрещивании животных с генотипами C^{+}/ C^{ch} и C^{ch}/ C^{h}?

Дано:

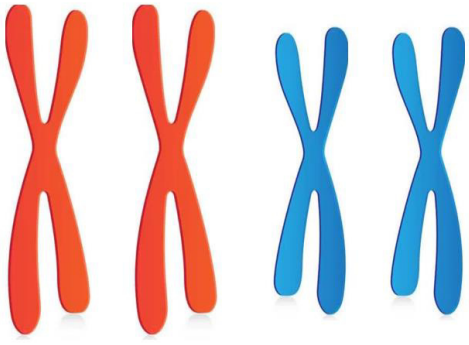
Ген	Генотип	Фенотип

Решение:

Ответ:

5.2. Ди- и полигенное наследование признаков

1. Укажите расположение аллелей генов А и В на хромосомах при независимом наследовании этих генов у носителя генотипа AaBb.



2. Укажите формулировку Закона независимого наследования признаков.

3. Перечислите условия, при которых выполняется III закон Г.Менделя.

4. Перечислите ограничения III закона Г.Менделя.

5. Решите задачи на наследование признаков.

Задача 1. Скрещивались две породы тутового шелкопряда, которые различались следующими двумя признаками: одна из них дает одноцветных гусениц, плетущих желтые коконы, а другая – полосатых гусениц, плетущих белые коконы. В первом поколении все гусеница были полосатыми и плели желтые коконы. Во втором поколении получилось следующее расщепление: 6385 полосатых гусениц, плетущих желтые коконы, 2147 – полосатых с белыми коконами, 2099 – одноцветных с желтыми коконами и 691 – одноцветных с белыми коконами. Определите генотипы исходных форм и потомства первого и второго поколения. Докажите правильность своей гипотезы с помощью критерия χ^2.

Дано:

Ген	Генотип	Фенотип

Решение:

Ответ:

Задача 2. При скрещивании растений пшеницы, имеющего плотный остистый колос, с растением с рыхлым безостым колосом в первом поколении все растения имели безостые колосья средней плотности. Во втором поколении было получено: 58 безостых с плотным колосом, 125 безостых с колосом средней плотности, 62 безостых с рыхлым колосом, 18 остистых с плотным колосом, 40 остистых с колосом средней плотности и 21 с остистым рыхлым колосом. Как наследуются признаки? Каковы генотипы исходных растений и гибридов F_1? Правильность своей гипотезы проверьте с помощью критерия χ^2.

Дано:

Ген	Генотип	Фенотип

Решение:

Ответ:

Задача 3. Родители имеют группы крови:

	Мать	*Отец*
Первая пара	A, MN, Rh^+	0, M, Rh^+
Вторая пара	B, N, Rh^-	B, MN, Rh^+
Третья пара	A, M, Rh^+	B, MN, Rh^-

Дети имеют группу крови:

AB, M, Rh^-

A, N, Rh^-

A, MN, Rh^+

Кто чей ребенок? Определите генотипы родителей и детей.

Дано:

Ген	Генотип	Фенотип

Решение:

Ответ:

5.3. Взаимодействие неаллельных генов

1. Дайте определение понятиям:

Взаимодействие неаллельных генов

Комплементарность

Эпистаз

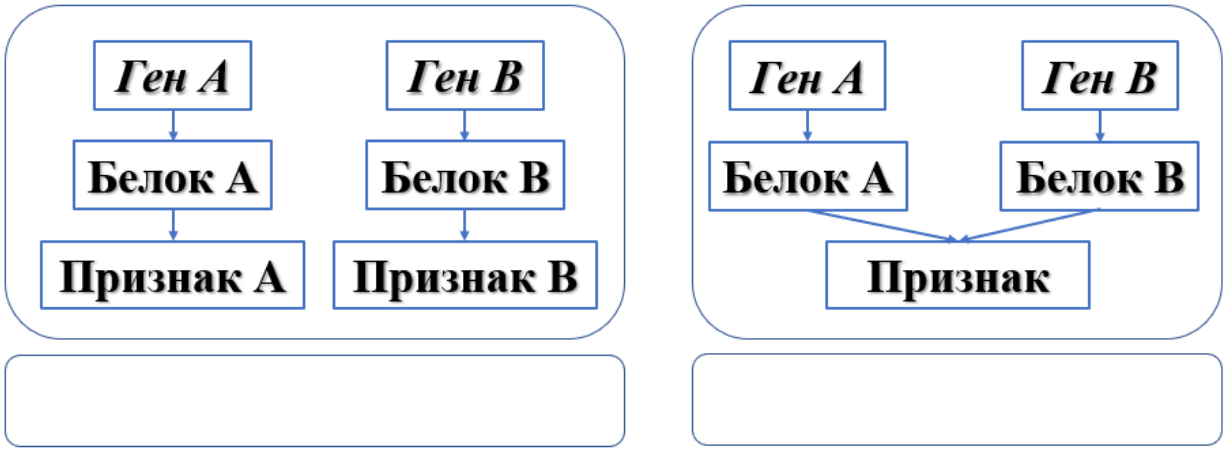
Полимерия

Плейотропное действие генов

Пенетрантность

Экспрессивность

2. Укажите тип наследования признаков.



3. Установите соответствие:

A. Комплементарность	**a**	**12(I_A_+I_aa):3iiA_:1iiaa**
B. Доминантный эпистаз	**b**	**9A_B_:6(A_bb+aaB_):1aabb**
	c	**15(A_1_A_2_+A_1_a_2a_2+$a_1a_1A_2$_):1$a_1a_1a_2a_2$**
C. Рецессивный эпистаз	**d**	**9A_B_:7(A_bb+aaB_+aabb)**
	e	**9A_B_:3A_bb:3aaB_:1aabb**
D. Кумулятивная полимерия	**f**	**9I_A_:7(I_aa+iiA_+iiaa)**
	g	**1/16:4/16:6/16:4/16:1/16**
E. Некумулятивная полимерия	**h**	**13(I_A_+I_aa+iiaa):3iiA_**
	i	**9A_B_:3A_bb:4(aaB_+aabb)**

A ___, **B** ___, **C** ___, **D** ___, **E** ___.

4. Решите задачи на наследование признаков.

Задача 1. При скрещивании растений тыквы с дисковидной формой плода в потомстве было получено 121 растение с дисковидной формой плода, 77 – со сферической и 12 – с удлиненной. Объясните расщепление, определите генотипы исходных форм. Как наследуется признак? Докажите правильность своей гипотезы с помощью метода χ^2. Какое расщепление Вы ожидаете получить в анализирующем скрещивании и какое растение будете использовать в качестве анализатора?

Дано:

Ген	Генотип	Фенотип

Решение:

Ответ:

Задача 2. От скрещивания растений люцерны с пурпурными и желтыми цветками в F_1 все цветки были зелеными, а в F_2 произошло расщепление: 169 с зелеными цветками, 64 с пурпурными, 67 с желтыми и 13 с белыми. Как наследуется признак? Определите генотипы исходных растений. Правильность своей гипотезы проверьте с помощью метода χ^2. Что получится, если скрестить растения F_1 с белоцветковым растением?

Дано:

Ген	Генотип	Фенотип

Решение:

Ответ:

Задача 3. При скрещивании двух карликовых растений кукурузы было получено потомство нормальной высоты. В F_2 от скрещивания между собой растений F_1 было получено 452 растения нормальной высоты и 352 карликовых. Предложите гипотезу, объясняющую эти результаты, и докажите правильность своей гипотезы с помощью метода χ^2. Определите генотипы исходных растений.

Дано:

Ген	Генотип	Фенотип

Решение:

Ответ:

Задача 4. Скрещивая две формы гороха – с розовыми и белыми цветками – в первом поколении получили растения с пурпурными цветками, а во втором – 87 растений с пурпурными, 36 – с белыми и 29 – с розовыми цветками. Объясните результаты скрещиваний и определите генотипы исходных растений. Докажите правильность своей гипотезы с помощью метода χ^2. Что получится, если растения из F_1 скрестить с родительскими формами?

Дано:

Ген	Генотип	Фенотип

Решение:

Ответ:

Задача 5. От скрещивания растений кукурузы с окрашенными и неокрашенными зернами, в F_1 все зерна оказались неокрашенными, а в F_2 произошло расщепление: 568 неокрашенных и 120 окрашенных. Как наследуется признак? Определите генотипы исходных растений. Докажите правильность своей гипотезы с помощью метода χ^2.

Дано:

Ген	Генотип	Фенотип

Решение:

Ответ:

Задача 6. При скрещивании двух зеленых растений кукурузы в потомстве получено 162 зеленых сеянца и 113 нежизнеспособных альбиносов. Объясните расщепление, определите генотипы исходных зеленых растений и возможные генотипы альбиносов. Докажите правильность своей гипотезы с помощью метода χ^2.

Дано:

Ген	Генотип	Фенотип

Решение:

Ответ:

Задача 7. Скрестив растения овса с черными и белыми чешуями зерна, в первом поколении получили растения с черными чешуями, а во втором – 418 с черными, 100 с серыми, 42 с белыми чешуями. Объясните расщепление. Как наследуется окраска чешуй у овса? Каковы генотипы исходных растений? Докажите правильность своей гипотезы с помощью метода χ^2.

Дано:

Ген	Генотип	Фенотип

Решение:

Ответ:

Задача 8. При самоопылении зеленого растения гороха, было получено 544 зеленых и 45 светло-зеленых растений. Объясните расщепление, определите генотип исходного растения. Докажите правильность своей гипотезы с помощью метода χ^2.

Дано:

Ген	Генотип	Фенотип

Решение:

Ответ:

Задача 9. От брака негров и белых рождаются мулаты. Анализ потомства большого числа браков между мулатами дал расщепление 1:4:6:4:1. Среди потомков были черные, белые, мулаты, а также темные и светлые мулаты. Объясните результаты, определите количество генов, обуславливающих

окраску кожи, характер их взаимодействия и генотипы родителей и потомков.

Дано:

Ген	Генотип	Фенотип

Решение:

Ответ:

Задача 10. Допустим, у лиственницы сибирской плотность определяется полимерным взаимодействием генов от 620 до 725 кг/м^3. Различают следующие типы плотности древесины лиственницы сибирской: рыхлая – меньше 620 кг/м^3, средней плотности – 620–650 кг/м^3, выше средней – 650–680 кг/м^3, плотная – 680–720 кг/м^3, очень плотная – больше 725 кг/м^3.

Скрестили два организма, имеющие плотность древесины средней и выше средней с генотипами $A_1A_1a_2a_2 \times A_1a_1A_2A_2$. Какую максимально возможную плотность древесины могут иметь растения F_1? При оформлении решения, схематично изобразите локализацию генов на хромосомах.

Дано:

Ген	Генотип	Фенотип

Решение:

Ответ:

*Задача 11**. Скрещивая растения левкоя с фиолетовыми цветками с растением, имеющим белые цветки, садовод обнаружил в первом поколении 102 растения с фиолетовыми, 109 с красными, 231 с кремовыми и 420 с белыми цветками. От самоопыления родительского белоцветкового растения все растения оказались с белыми цветками. При самоопылении родительского растения с фиолетовыми цветками в F1 обнаружилось расщепление в отношении: 27/64 с фиолетовыми: 9/64 и с красными: 12/64 с кремовыми: 16/64 с белыми цветками.

Объясните расщепления. Как наследуется окраска цветков у левкоев? Определите генотипы всех растений, использованных в скрещиваниях. Докажите правильность своей гипотезы с помощью метода χ^2.

Дано:

Ген	Генотип	Фенотип

Решение:

Ответ:

5.4. Сцепленное с полом наследование

1. **Дайте определение понятиям:**

Пол

Прогамный тип определения пола

Эпигамный тип определения пола

Сингамный тип определения пола

Половые хромосомы

Гомогаметный пол

Гетерогаметный пол

Балансовая теория определения пола

Сцепленное с полом наследование

Голандрический тип наследования

Крисс-кросс наследование

Зависимые от пола признаки

Ограниченные полом признаки

Гинандроморфизм

Прямое скрещивание

Обратное скрещивание

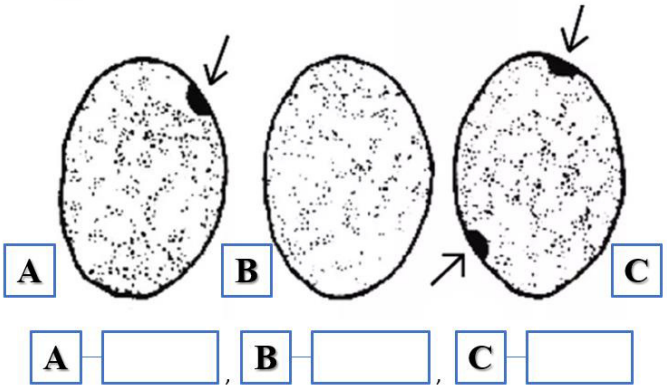
Реципрокные скрещивания

2. Распределите животных по группам в соответствии с их типом определения пола:

A. Синий кит, B. Коловратки, C. Крокодил, D. Дрозофила, E. Червь Бонеллия, F. Человек

Прогамный тип определения пола	Эпигамный тип определения пола	Сингамный тип определения пола

3. Установите какое количество Х-хромосом имеют индивиды, половой хроматин которых изображен на рисунке. Стрелочками отмечены тельца Барра.



4. Решите задачи на наследование признаков.

Задача 1. Отец и сын – дальтоники, а мать различает цвета нормально. Развитие цветовой слепоты обусловлено проявлением рецессивного аллеля гена, локализованного в Х-хромосоме. Определите генотипы родителей и ребенка. Правильно ли будет сказать, что в этой семье сын унаследовал свой недостаток от отца?

Дано:

Ген	Генотип	Фенотип

Решение:

Ответ: _____

_____

_____

Задача 2. В некоторых случаях часть Х-хромосомы оказывается генетический инертной, а Y-хромосома несет те или иные аллели. У человека в Y-хромосоме находится ген, определяющий развитие перепонок между вторым и третьим пальцами ног. Определите, какие будут дети и внуки у мужчины с перепонками между пальцами и женщины, у которой этих перепонок нет.

Дано:

Ген	Генотип	Фенотип

Решение:

Ответ:

Задача 3. У человека есть наследственное аллергическое заболевание – геморрагический диатез, вызываемый рецессивным геном. Аллели этого гена находятся в X- и Y-хромосоме. Определите какие будут дети, если родители: а) жена и все ее предки здоровы, а муж болен; б) муж и все его предки здоровы, а жена больна; в) Муж и жена здоровы, но гетерозиготны по данному гену.

Дано:

Ген	Генотип	Фенотип

Решение:

Ответ:

Задача 4. В потомстве от скрещивания рано оперившихся петуха с поздно оперившейся курицей обнаружено 20 поздно оперившихся петушков и 22 рано оперившихся курочки. В обратном скрещивании и петушки, и курочки оперлись поздно. Объясните расщепление Какие результаты вы ожидаете получить в F_2 реципрокных скрещиваний?

Дано:

Ген	Генотип	Фенотип

Решение:

Ответ:

Задача 5. При скрещивании кошки, имеющей черепаховую окраску шерсти (трехцветные), с рыжим котом в нескольких пометах получено 18 черепаховых и 14 рыжих кошек, 17 рыжих и 17 черных котов. Скрещивание черепаховой кошки с черным котом дало 10 черепаховых и 13 черных кошек, 11 рыжих и 8 черных котов. Объясните результаты. Докажите правильность своей гипотезы с помощью метода χ^2.

Дано:

Ген	Генотип	Фенотип

Решение:

Ответ:

Задача 6. При скрещивании самки дрозофилы с коричневыми глазами и нормальными крыльями с красноглазым самцом с обрезанными крыльями в F_1 все самки и самцы имели красные глаза и нормальные крылья, а в F_2 произошло расщепление:
самки: 161 с красными глазами и нормальными крыльями, 42 с коричневыми глазами и нормальными крыльями;
самцы: 76 с красными глазами и нормальными крыльями, 80 с красными глазами и обрезанными крыльями, 26 с коричневыми глазами и нормальными крыльями, 18 с коричневыми глазами и обрезанными крыльями.
Как наследуется признак? Определите генотипы исходных мух и потомков F_1. Докажите правильность своей гипотезы с помощью метода χ^2.
Дано:

Ген	Генотип	Фенотип

Решение:

Ответ:

Задача 7. Рано облысевший мужчина женился на женщине, имеющей рано облысевшего отца. В этом браке родилось 5 детей, 3 мальчика и 2 девочки. Все девочки и один мальчик имели нормальное оволосение, а 2 мальчика

рано облысели. Объясните результаты, определите генотипы всех членов этой семьи.

Дано:

Ген	Генотип	Фенотип

Решение:

Ответ:

Задача 8. В потомстве от скрещивания петуха с высокопродуктивной курицей, в первом поколении все курочки обладали высокой яйценоскостью, а во втором произошло расщепление: 65 курочек имели высокую продуктивность, а 20 курочек были низкопродуктивными. Объясните расщепление. Как наследуется признак? Почему анализируются только курочки. Докажите правильность своей гипотезы с помощью метода χ^2.

Дано:

Ген	Генотип	Фенотип

Решение:

Ответ:

*Задача 9**. От скрещивания самца аквариумной рыбки медаки с коричневой самкой в F_1 все самки и самцы оказались коричневыми, а в F_2 – 248 коричневых, 57 голубых, 53 красных и 21 белых. Пол определить удается у этих рыбок не раньше, чем в годовалом возрасте. Через год среди выживших рыб распределение их по полу и окраске оказалось следующее:
самки: 147 коричневых и 35 красных
самцы: 77 коричневых, 56 голубых, 16 красных, 19 белых.
Как наследуется признак? Определите генотипы исходных рыб. Докажите правильность своей гипотезы с помощью метода χ^2.
Дано:

Ген	Генотип	Фенотип

Решение:

Ответ:

5.5 Сцепленное наследование и кроссинговер

1. Дайте определение понятиям:
Рекомбинативная изменчивость

Кроссинговер

Несестринские хроматиды

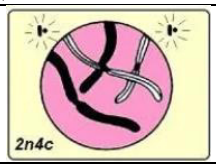
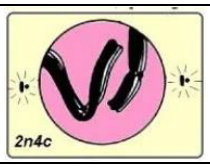
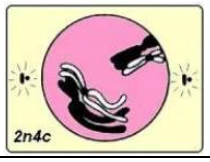
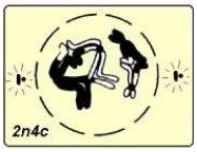
Сестринские хроматиды

Гаплотип

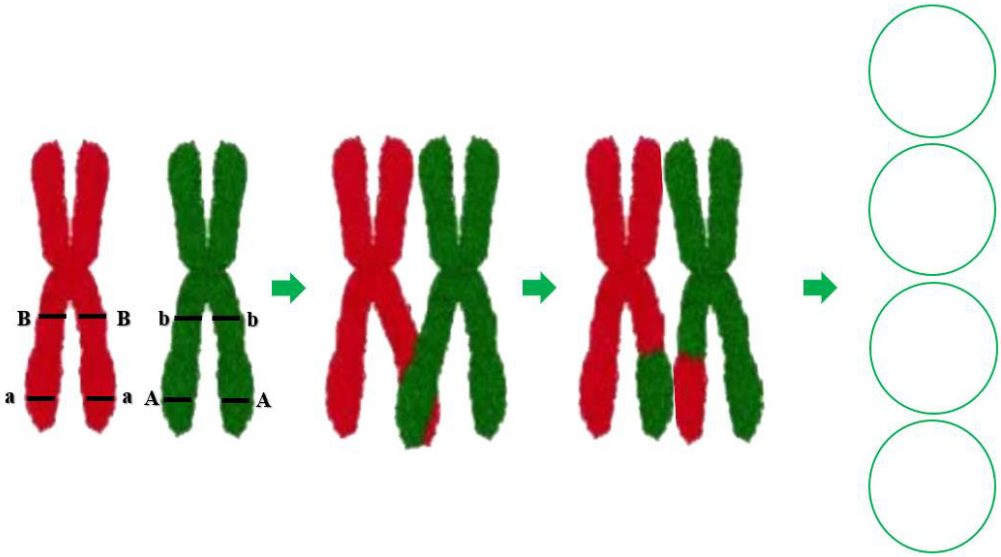
Полное сцепление генов

Неполное сцепление генов

2. Укажите основные события, происходящие в профазу первого деления мейоза.

				
Лептотена	**Зиготена**	**Пахитена**	**Диплотена**	**Диакинез**

3. Укажите аллельный состав хромосом в профазе I мейоза и распишите состав гамет по указанным генам A и B.



4. Решите задачи на наследование признаков

Задача 1. Особь, гомозиготная по генам C и D, скрещена с гомозиготной особью ccdd и гибриды F1, возвратно скрещены с двойным рецессивом. От этого возвратного скрещивания получено следующее потомство:

903 CcDd

893 ccdd

98 Ccdd

102 ccDd

Объясните результаты, определив силу сцепления между генами C и D. Каковы были бы результаты этого скрещивания в случае независимого распределения C и D.

Дано:

Ген	Генотип	Фенотип

Решение:

Ответ:

Задача 2. Особь, гомозиготная по генам E и f, скрещена с гомозиготной особью eeFF. От скрещивания F1 с двойным рецессивом получено:
762 Ef
758 eF
243 EF
237 ef
Определить силу сцепления между генами E и f.
Дано:

Ген	Генотип	Фенотип

Решение:

Ответ:

Задача 3. У кукурузы признаки желтых проростков, детерминируемых геном a, и блестящих листьев, детерминируемых геном b, наследуются сцепленно и являются рецессивными по отношению к признакам зеленых проростков и матовых листьев. От скрещивания гомозиготных растений кукурузы имеющих желтые проростки и блестящие листья, с растениями, имеющими зеленые проростки и матовые листья, получили 124 гибрида F1. От скрещивания растений F1 с линией-анализатором получили 726 растений, в том числе 310 с признаками доминантной родительской формы,

287 - рецессивной родительской формы, 129 - кроссоверных по данным генам.

Составьте схему скрещивания, выпишите некроссоверные и кроссоверные гаметы, получите и проанализируйте гибриды Fa.

1. Какой процент некроссоверных растений был среди гибридов Fa?
2. Сколько фенотипических классов было получено в Fa?
3. Сколько разных генотипов было в Fa?
4. Какой процент растений имели в Fa желтые проростки и матовые листья?
5. Какое расстояние (в% кроссинговера) будет между генами a и b?

Дано:

Ген	Генотип	Фенотип

Решение:

Ответ:

Задача 4. У кукурузы во II хромосоме локализованы гены лигульности и характера поверхности листьев. Доминантный ген A обусловливает развитие лигулы, рецессивный ген a - безлигульность, доминантный ген B - матовую поверхность листьев, b - глянцевые листья. От скрещивания гомозиготного безлигульного растения, имеющего матовые листья, с гомозиготным лигульным растением, имеющим глянцевые листья, получили 120 растений F1. От скрещивания растений F1 с линией-анализатором получили 800 гибридов, из которых 64 лигульных с матовыми листьями.

1. Сколько растений F1 имели лигульные листья с матовой поверхностью?
2. Сколько процентов растений Fa имели лигулу и глянцевые листья?

3. Сколько процентов растений Fa не имели лигулы, но были с матовыми листьями?
4. Сколько процентов растений Fa имели лигулу и матовые листья?
5. Какое расстояние между этими генами?

Дано:

Ген	Генотип	Фенотип

Решение:

Ответ:

Задача 5. Каков будет генотип F_1 от скрещивания гомозиготных особей (Ав)(Ав) и (аВ)(аВ)? Какие гаметы будут иметь особи - F_1? Каково будет потомство от возвратного скрещивания особей F_1 с двойным рецессивом, если процент перекреста равен 20?

Дано:

Ген	Генотип	Фенотип

Решение:

Ответ:

Задача 6. Допустим, что гены А и В сцеплены друг с другом и показывают 40% перекреста. Каков будет генотип F_1, при скрещивании гомозиготной особи (АВ) с (ав)? Какие гаметы и в каких отношениях будут давать особи F_1? Каковы будут фенотипы и генотипы потомства в F_2?

Дано:

Ген	Генотип	Фенотип

Решение:

Ответ:

Задача 7. У кроликов в одной хромосоме локализован рецессивный ген b, детерминирующий коричневую окраску меха, и рецессивный ген а - желтая окраска жира. Расстояние между генами 4%. Доминантный ген В обусловливает серую окраску меха, а ген А - белый жир. Линию с серой окраской меха и желтым жиром скрестили с линией, имеющей коричневую окраску меха и белый жир. В F1 получили 12 животных, в Fa - 42.

1. Сколько типов гамет может образовать гибрид F1?
2. Сколько животных F1 могут иметь серую окраску меха и белый жир?
3. Сколько разных генотипов может быть в Fa?
4. Сколько гибридов Fa могли иметь серую окраску меха и желтый жир?
5. Сколько гибридов Fa могли иметь коричневую окраску меха и белый жир?

Дано:

Ген	Генотип	Фенотип

Решение:

Ответ:

Задача 8. Шесть петухов, гетерозиготных по сцепленным с полом генам карликовости (а) и серебристости (В), скрещивали с нормальными золотистыми курами. Всех петушков выбраковывали, а курочек в возрасте пяти месяцев классифицировали следующим образом:

♀♀ F_1 от петухов	№1, 3, 4	№2, 5, 6
нормальных	153	12
золотистых		
карликовых	137	15
серебристых		
нормальных	13	164
серебристых		
карликовых	11	174
золотистых		
	314	365

Чем вы объясните различия в результатах скрещиваний? Какова сила сцепления между генами а и В? Почему анализировали только курочек?

Дано:

Ген	Генотип	Фенотип

Решение:

Ответ:

Оценка: _____ Подпись: _____ Преподаватель: _____

Замечания:

Раздел VI. Мутационная изменчивость

В результате освоения данного раздела студент должен знать: классификацию мутационной изменчивости по типу изменения генотипа; молекулярные механизмы возникновения мутаций; основные заболевания, обусловленные проявлением мутаций.

6.1. Генные мутации

1. 1. Дайте определения понятиям:

Генная мутация

Транзиция

Трансверсия

Мутации со сдвигом рамки считывания

Делеция

Инсерция

Нонсенс-мутация

Миссенс-мутация

Молчащая мутация

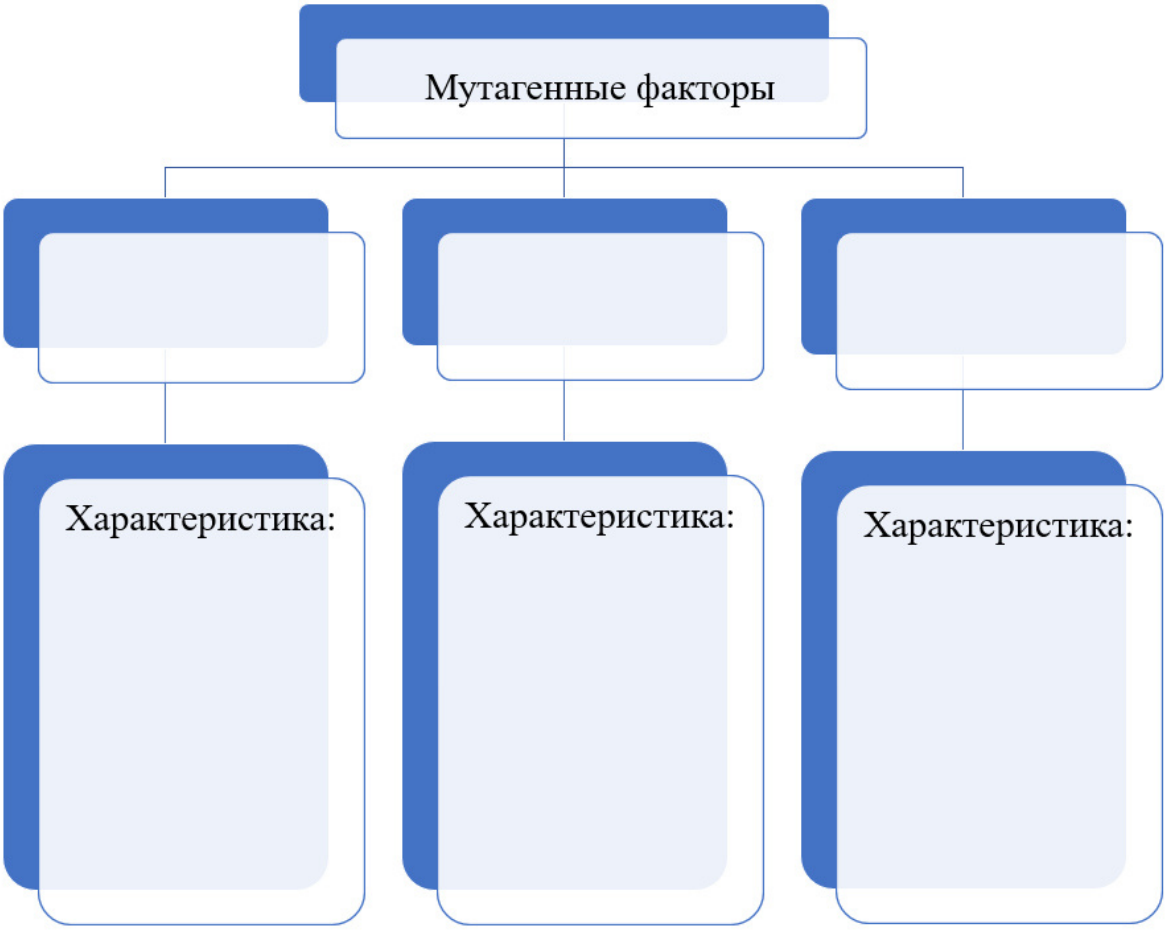
2. Укажите тип нуклеотидной замены: транзиция или трансверсия

A→G	T→G	G→C	C→T	A→C

3. К какому типу мутаций относятся следующие варианты изменения структуры ДНК:

A. Транзиция, B. Делеция, C. Инсерция, D. Трансверсия, E. Дупликация	
Нуклеотидные замены	**Мутации со сдвигом рамки считывания**

4. Составьте схему «Типы мутагенных факторов», напишите механизм действия, приведите примеры:



5. Дана нуклеотидная последовательность фрагмента ДНК, кодирующая участок полипептида:

ДНК	TAACGACAATGATACCTTTACTTTATATAC
РНК	AUUGCUGUUACUAUGGAAAUGAAAUAUAUG
Белок	Изо-Ала-Вал-Тре-Мет-Глут.к-Мет-Лиз-Тир-Мет

В результате мутации изменилась последовательность ДНК. Распишите последовательность мРНК и полипептида, а также укажите к какому типу относится произошедшая мутация по молекулярному механизму (транзиция, трансверсия, делеция, инсерция) и

фенотипическому проявлению (миссенс-мутация, нонсенс-мутация, молчащая мутация, мутация со сдвигом рамки считывания). Кратко охарактеризуйте последствия данной мутации.

ДНК	TAACGACAATGATACCTTTACTTTATTTAC
РНК	
Белок	
Тип мутации	
Характеристика	

ДНК	TAACGACAATGATACCCTTACTTTATATAC
РНК	
Белок	
Тип мутации	
Характеристика	

ДНК	TAACGACAATAGATACCTTTACTTTATATAC
РНК	
Белок	
Тип мутации	
Характеристика	

6.2. Хромосомные мутации

1. Дайте определения понятиям:

Хромосомная мутация

Транслокация

Робертсоновская транслокация

Реципрокная транслокация

Транспозиция

Инверсия

Парацентрическая инверсия

Перицентрическая инверсия

2. Укажите тип хромосомной аберрации.

3. Дайте характеристику заболеваниям человека, обусловленных изменением морфологии хромосом. Укажите тип хромосомной мутации, локализацию, кратко опишите симптоматику заболевания.

Название заболевания	**Тип хромосомной мутации, локализация**	**Симптоматика**
Синдром «кошачьего крика»		
Синдром Вольфа-Хиршхорна		
Синдром Альфи		

Синдром Орбели		

6.3. Геномные мутации

1. Дайте определения понятиям:

Геномная мутация

Полиплоидия

Автополиплоидия

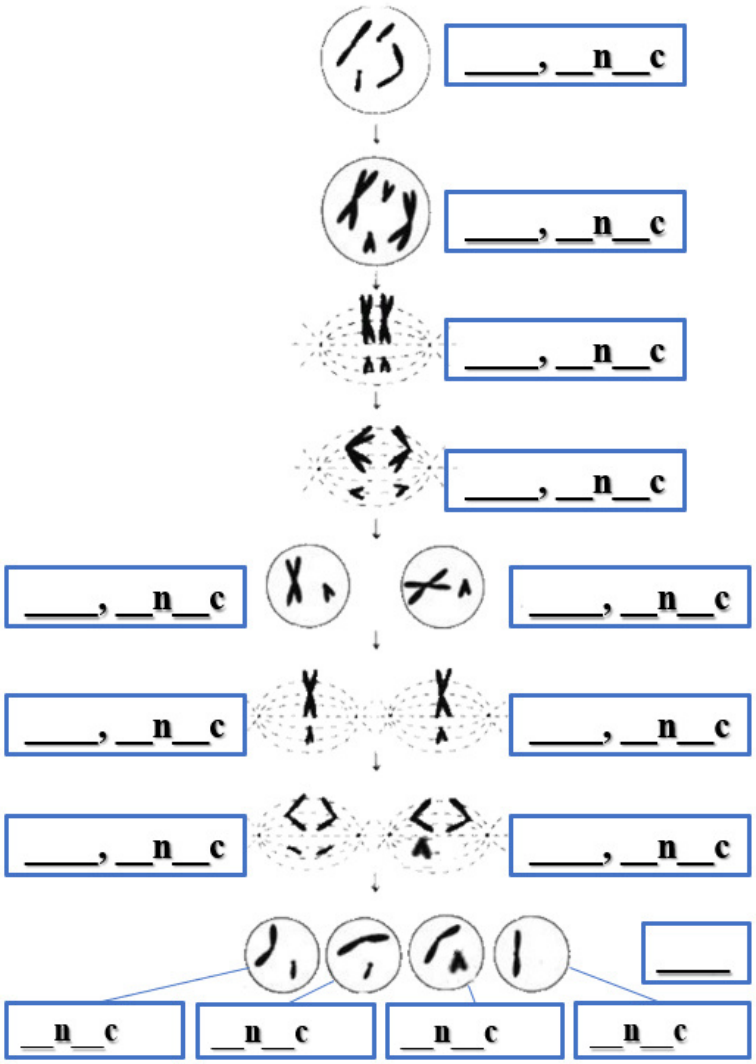
Анеуплоидия

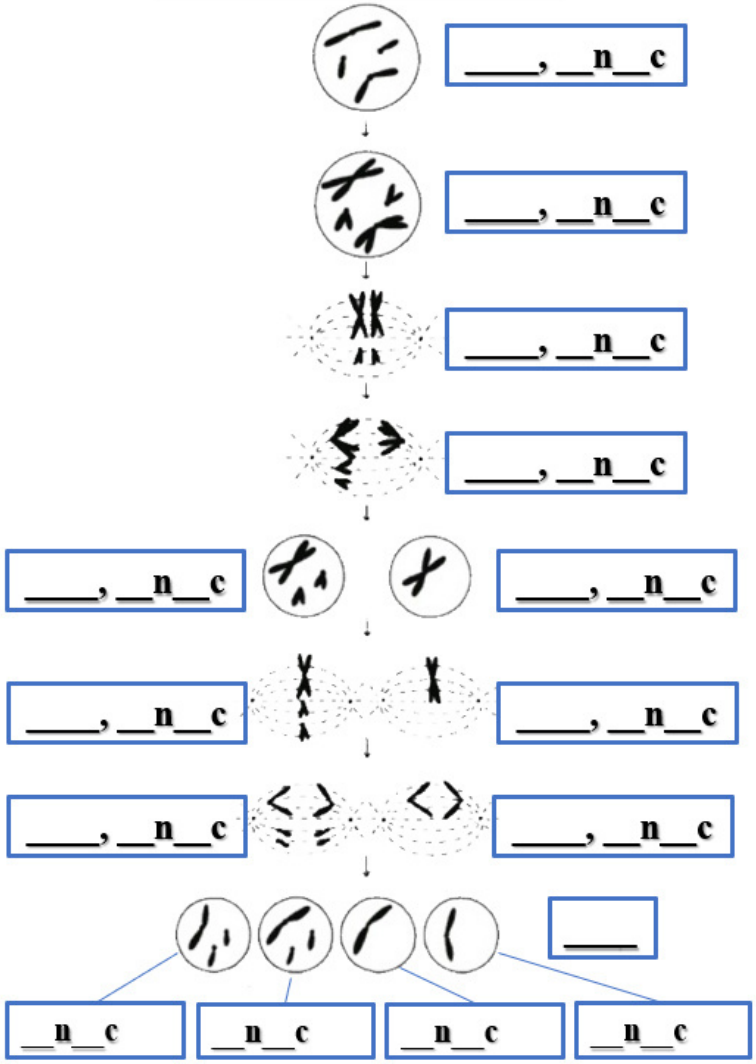
Трисомия

Моносомия

Нулисомия

2. Укажите периоды клеточного цикла, фазы мейоза, количество хромосом и молекул ДНК при не расхождении хромосом в мейозе.


____, __n__c
____, __n__c
____, __n__c
____, __n__c
____, __n__c
____, __n__c
____, __n__c
____, __n__c
____, __n__c
____, __n__c
____
__n__c
__n__c
__n__c
__n__c


____, __n__c
____, __n__c
____, __n__c
____, __n__c
____, __n__c
____, __n__c
____, __n__c
____, __n__c
____, __n__c
____, __n__c
____
__n__c
__n__c
__n__c
__n__c

3. Заполните таблицу «Хромосомные синдромы»

Кариотип	Синдром	Пол	Количество телец Барра
46 XX			
46 XY			
45 X0			
47 XXY			
47 XXX			
47 XYY			
47 XX (21+)			
47 XY (13+)			
47 XY (18+)			

4. Решите задачи.

Задача 1. При скрещивании белоглазых самок дрозофилы с красноглазыми самцами получено 895 самцов с белыми глазами и 882 самки с красными глазами. Кроме того, в потомстве от этого скрещивания обнаружено две самки с белыми глазами и один самец с красными глазами. Как можно объяснить появление необычных самок и самцов? Перед решением задачи, повторите балансовую теорию определения пола у дрозофилы.

Дано:

Ген	Генотип	Фенотип

Решение:

Ответ:

Задача 2. Ребенок с синдромом Дауна имеет 46 хромосом вместо 47, постоянно обнаруживаемых при этой болезни (лишняя хромосома №21). Исследование кариотипа показало, что одна из его хромосом №15 длиннее обычной (это можно изобразить как 15/21). У матери больного, а также у тетки и у бабушки по материнской линии (с нормальной конституцией) обнаружено 45 хромосом с удлиненной хромосомой №15 (15/21). Чем можно объяснить наблюдающееся в этой семье явление? Какие по генотипу могут образоваться зиготы, если мать имеет 45 хромосом (15/21), а отец нормальный.

Дано:

Ген	Генотип	Фенотип

Решение:

Ответ:

Оценка: _____ Подпись: _____ Преподаватель: _____

Замечания:

Раздел VII. Модификационная изменчивость

В результате освоения данной темы студент должен знать: типы фенотипической изменчивости; сущность, причины и закономерности модификационной изменчивости; основные понятия и термины; параметры модификационной изменчивости.

1. Дайте определения понятиям:

Фенотипическая изменчивость

Модификации

Морфозы

Фенокопии

Норма реакции

2. Заполните таблицу.

Вид изменчивости / Характеристика	**Модификационная**	**Мутационная**
Изменяется генотип или фенотип		
Факторы, вызывающие изменчивость		
Наследуется?		
Имеет ли значение для эволюции		

3. Рассчитайте параметры модификационной изменчивости для данной выборки студентов по признаку уровень невербального интеллекта (IQ). Изменился ли уровень IQ в данной выборке в процессе обучения?

№ п\п	**ФИО студента**	**Значение IQ**		**№ п\п**	**ФИО студента**	**Значение IQ**	
		1 курс	**4 курс**			**1 курс**	**4 курс**
1	АКП	121	126	16	НЕФ	116	119
2	АМП	109	111	17	ПИН	116	115

3	БРК	124	121	18	ПАК	126	122
4	БРР	130	132	19	ПОД	103	105
5	БАЛ	111	108	20	ПУТ	118	119
6	ВВА	117	116	21	РИК	107	109
7	ВАП	105	109	22	СОМ	102	104
8	ВЛЛ	128	131	23	СКН	111	109
9	ДПР	98	102	24	САА	120	119
10	ЕДО	125	123	25	ТГН	110	112
11	КПП	115	120	26	ТЕН	85	92
12	КНЕ	122	118	27	УПД	127	128
13	МТР	96	99	28	ХЭМ	114	117
14	ММН	105	104	29	ХГФ	106	104
15	МАГ	118	115	30	ЯИВ	109	105

№ п/п	**Параметр**	**Название параметра, формула**	**Значение**	
			1 курс	**4 курс**
1	$X_{ср}$			
2	σ			
3	V			
4	m			
5	t			

4. Решите задачи.

Задача 1. Если известно, что в образце №105 в колосе пшеницы $X_{ср}$=17,5 колосков, а σ=±1,5 колоска, то мог ли принадлежать этому же образцу колос, имеющий 28 колосков?

Дано	**Определить**

Решение:

Ответ:

Задача 2. Если известно, что масса тушканчиков (Dipus aegyptius) самцов равна 165±5,20 г, а самок 160±3,10 г, то можно ли сказать, что они отличаются по массе?

Дано	**Определить**

Решение:

Ответ:

Задача 3. Какой высоты может быть самая высокая сосна, если $X_{ср}$=22,5 м, а σ=±1,5 м?

Дано	**Определить**

Решение:

Ответ:

Задача 4. Рассчитайте ошибку среднего арифметического $X_{ср}$=5,0 см, если известно, что σ=±1,5 см, n=100.

Дано	**Определить**

Решение:

Ответ:

Задача 5. Отличаются ли по удоям и жирности молока (черно-пестрые коровы) и дочери-помеси, если матери имели процент жира 2,38±0,06 и удои 3784±64,0 ку, а дочери – процент жира 4,97±0,10 и удои 3720±46,0 кг?

Дано	**Определить**

Решение:

Ответ:

Задача 6. Если известно, что среднесуточное увеличение массы телят на 560 г при величине ошибки 8г (изменчивость телят по массе характеризуется V=10%), то можно ли на основе этих данных установить, сколько телят было в опыте?

Дано	**Определить**

Решение:

Ответ:

Задача 7. Если группа 100 особей (выборка) характеризуется $X_{ср}$=10,5 кг; σ=±1,0 кг, то при повторном взятии выборки из этой же совокупности может получится среднее арифметическое, равное 10,0 кг?

Дано	**Определить**

Решение:

Ответ:

Оценка: _____ Подпись: _____ Преподаватель: _____

Замечания:

Раздел VIII. Закономерности наследования признаков в популяциях

В результате освоения данной темы студент должен знать: основные термины и понятия; основные условия равновесной популяции; закономерности наследования признаков в популяции; закон Харди – Вайнберга; алгоритмы решения задач.

1. Дайте определения понятиям:

Популяция

Равновесная популяция

Панмиксия

Генофонд популяции

2. Вставьте пропуски в математической формуле, выражающей закон Харди-Вайнберга. Напишите формулировку данного закона.

$p+___=1$

$p^2+___+q^2=___$

3. Решите задачи.

Задача 1. У крупного рогатого скота породы шортгорн генотип RR имеет красную масть, Rr – чалую и rr – белую. В этой породе было зарегистрировано 4169 красных животных, 3780 чалых и 756 белых. Определите частоты аллелей R и r, выразив их в %.

Дано	Определить

Решение:

Ответ:

Задача 2. В одной панмиктической популяции частота аллеля b равна 0,1, а в другой – 0,9. В какой популяции больше гетерозигот?

Дано	Определить

Решение:

Ответ:

Задача 3. Из 14345 лисиц, изученных Ромашовым и Ильиной, 12 лисиц черные, 678 – промежуточной окраски, а 13655 лисиц – рыжие. Найдите частоты аллелей черной и рыжей окраски меха в популяции лисиц.

Дано	Определить

Решение:

Ответ:

Задача 4. У тихоокеанского лосося-нерки (*Oncorhynchus nerka*), методом электрофореза в крахмальном геле обнаружены три генотипа по локусу фосфоглюкомутазы (Pgm) в пропорции 3819 AA:2271AA’:255A’A’.

А) Оцените частоты аллелей A и A’.

Б) Сопоставьте фактические численности генотипов с ожидаемыми из уравнения Харди-Вайнберга.

Дано	**Определить**

Решение:

Ответ:

Задача 5. В популяции 16% людей имеют группу крови N. Определите долю лиц с группами крови M и MN в этой популяции при условии панмиксии.

Дано	**Определить**

Решение:

Ответ:

Задача 6. В популяции людей одного города в период между 1928 и 1942 гг. родилось 26 тыс. детей, из которых 11 были больны талассемией (анемия Кули), наследуемой по рецессивному типу (двухаллельная система).

Дано	**Определить**

Решение:

Ответ:

Оценка: _____ Подпись: _____ Преподаватель: _____
Замечания:

Раздел IX. Генетические основы селекции

В результате освоения данной темы студент должен знать: методы селекции животных и растений; центры происхождения культурных растений и животных; правила подбора пар для селекционной работы; использование ЦМС в селекции; полиплоидные ряды; способы выведения межвидовых гибридов.

1. Дайте определение понятиям

Селекция

Искусственный отбор

Экстерьер

Интерьер

Чистая линия

Штамм

Сорт

Порода

Гетерозис

Инбридинг

Аутбридинг

Цитоплазматическая мужская стерильность

Межлинейная гибридизация

Отдаленная гибридизация

Полиплоидный ряд

Основное число

Сбалансированные полиплоиды

Несбалансированные полиплоиды

2. Заполните таблицу «Характеристика центров происхождения культурных растений» (по Н.И.Вавилову).

№ п/п	Название центра происхождения культурных растений	Географическое расположение	Перечень культурных растений
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			

3. Заполните таблицу «Характеристика центров доместикации животных» (по Н.И.Вавилову).

№ п/п	Название центра доместикации	Географическое расположение	Перечень животных
1			
2			
3			
4			
5			

4. Сравните дикорастущие и культурные растения

Название растения		Признаки			
		Строение	Кол-во плодов	Вес плодов и других органов	Другие признаки
Фасоль	дикорастущее				
	культурное				
Капуста	дикорастущее				
	культурное				
Пшеница	дикорастущее				
	культурное				

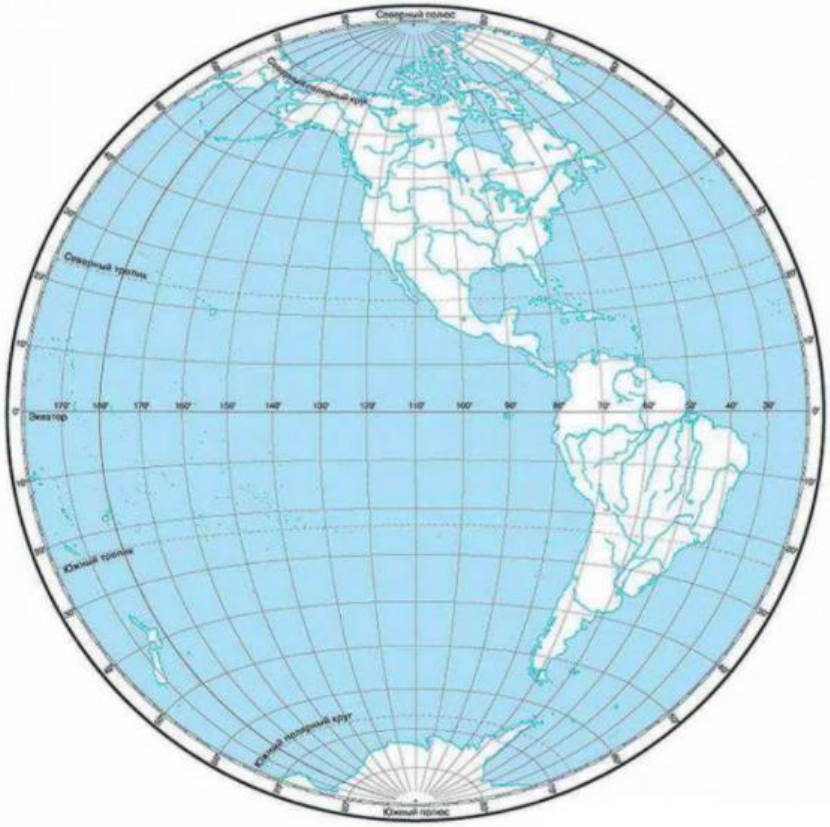
5. Укажите на карте мира расположение центров происхождения культурных растений и доместикации животных из задания №2 и 3.

Масштаб 1:30 000 000

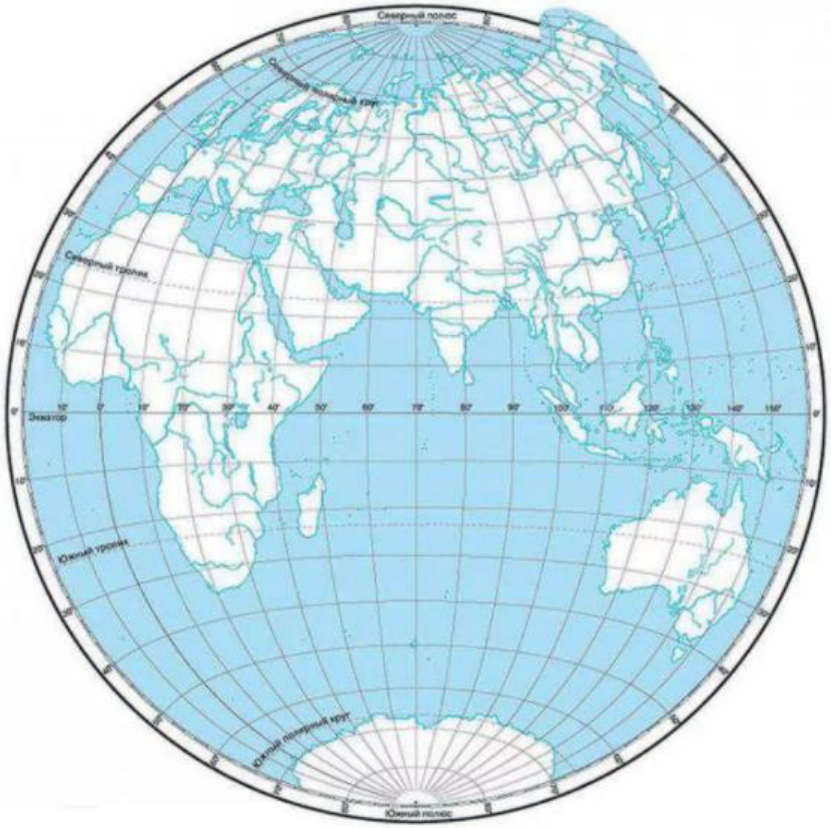
ФИЗИЧЕСКАЯ КАРТА ПОЛУШАРИЙ

(контурная карта)

ЗАПАДНОЕ ПОЛУШАРИЕ



ВОСТОЧНОЕ ПОЛУШАРИЕ



6. Заполните таблицу «Методы селекции».

Методы	Сущность метода	Результат
Искусственный отбор		
Межлинейная гибридизация		
Отдаленная гибридизация		
Генетически регулируемый гетерозис		
Получение полиплоидов		
Экспериментальный мутагенез		

7. Заполните таблицу «Селекция и биотехнология микроорганизмов».

Биотехнология и ее направления	Сущность метода	Результат
Биотехнология		
Микробиологический синтез		
Клеточная инженерия		
Генная инженерия		

8. Заполните таблицу «Принципы подбора родительских пар для скрещивания»

Принцип	Характеристика	Результат, примеры организмов
По комплексу хозяйственно-биологических признаков		
По продолжительности отдельных фаз вегетации		
По устойчивости к болезням		
По комбинационной способности		
Эколого-географический		

10. Определите основное число полиплоидных рядов растений.

Род	Основное гаплоидное число хромосом	Число хромосом у видов данного рода
Пшеница		14, 28, 42
Пырей		14, 28, 42, 56, 70
Овес		14, 28, 42
Роза		14, 21, 28, 35, 42, 56, 70
Земляника		14, 28, 42, 56, 70, 84, 98
Люцерна		16, 32, 48
Сахарный тростник		48, 56, 64, 72, 80, 96, 112, 120
Свекла		18, 36, 54, 72
Хризантема		18, 27, 36, 45, 54, 63, 72, 81, 90
Щавель		20, 40, 60, 80, 100, 120, 200

11. Определите фертильны или стерильны растения F1 в следующих скрещиваниях:

♀		♂		F_1		
Цитоплазма	**Ядро**	**Цитоплазма**	**Ядро**	**Цитоплазма**	**Ядро**	**Результат**
S	RR	N	RR			
S	Rr	S	Rr			
S	rr	N	rr			
N	RR	S	RR			
N	Rr	S	Rr			
N	rr	N	rr			

12. Заполните таблицу «Характеристика межвидовых гибридов животных и растений».

♀		♂		**Межвидовой гибрид**		
Название	Число хромосом	Название	Число хромосом	Название	Число хромосом	Фертилен/ стерилен
				Мул		
				Лошак		
				Зеброид		
				Зебрал		
				Лигр		
				Тигон		
				Церападус		
				Йошта		
				Тритикале		
				Слива		

13. Решите задачи.

Задача 1. Какое потомство по окраске плодов должно получиться при самоопылении тетраплоидного растения томата с розовыми плодами с генотипом AAaa, при случайном хромосомном расщеплении и кумулятивном действии аллелей гена? AAAA – темно-красная окраска, AAAa – красная, AAaa – розовая, Aaaa – светло-розовая, aaaa – белая.

Дано:

Ген	Генотип	Фенотип

Решение:

Ответ:

Задача 2. Какое соотношение фенотипов вы ожидаете получить от скрещивания автотераплоида АААа с диплоидом Аа при условии полного доминирования и случайного хромосомного расщепления у полиплоида.

Решение:

Ответ:

*Задача 3** **.** При гибридизации трех видов хлопчатника получены следующие результаты:

Скрещивание	**Конъюгация хромосом в профазе мейоза I**
Вид 1 × вид 2	13 малых бивалентов + 13 больших унивалентов
Вид 1 × вид 3	13 больших бивалентов + 13 малых унивалентов
Вид 2 × вид 3	13 больших унивалентов + 13 малых унивалентов

Проанализируйте результаты и объясните эволюционное происхождение разных видов хлопчатника. Как можно подтвердить сделанные заключения?

Решение:

Ответ:

Оценка: _____ Подпись: _____ Преподаватель: _____
Замечания:

ГУЗЕЛЬ ФАНИЛЕВНА ГАЛИКЕЕВА
ЭЛЬВИРА МАНСУРОВНА ГАЛИМОВА
СВЕТЛАНА ВИКТОРОВНА ЛЮБИНА

ГЕНЕТИКА
С ОСНОВАМИ СЕЛЕКЦИИ

РАБОЧАЯ ТЕТРАДЬ

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ им. М.АКМУЛЛЫ

А.Ф. Хусаинов, Л.Г. Наумова

ИЗУЧЕНИЕ ФЛОРЫ И РАСТИТЕЛЬНОСТИ ОКРЕСТНОСТЕЙ СОЦИАЛЬНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ОЗДОРОВИТЕЛЬНОГО ЦЕНТРА «САЛИХОВО»

Учебное пособие

Под редакцией заслуженного деятеля науки
Российской Федерации и Республики Башкортостан,
члена-корреспондента АН РБ, доктора биологических наук, профессора
Б.М. Миркина

Уфа 2017

УДК 581.5 (075)
ББК 28.58я73
Х98

Печатается по решению учебно-методического совета Башкирского государственного педагогического университета им. М. Акмуллы

Хусаинов, А.Ф.
Изучение флоры и растительности окрестностей социально-образовательного оздоровительного центра «Салихово» [текст]: учеб. пособие. А.Ф. Хусаинов, Л.Г. Наумова. – Уфа: Изд-во БГПУ, 2017. – 129 с.

В учебном пособии содержатся материалы для проведения эколого-ботанической практики в окрестностях с. Салихово в 40 км от г.Уфа, где расположен одноименный социально-образовательно-оздоровительный центр БГПУ им. М. Акмуллы. Рассматриваются природный комплекс территории, общая характеристика флоры и основных типов растительных сообществ (степи, луга, прибрежно-водная растительность, рудеральные и сегетальные сообщества). Подробно описаны правила гербаризации и выполнения геоботанических описаний. Приведена тематика индивидуальных заданий научных исследований, которые студенты могут выполнять во время практики.

Рекомендовано студентам вузов (бакалаврам и магистрам), обучающимся по направлениям (и профилям): биология (биоэкология, генетика) экология и природопользование (природопользование, охрана природы), педагогическое образование (биология, география, химия). Кроме того, учебное пособие может быть полезным для аспирантов и научных сотрудников, работающих в области биологических наук, а также рационального природопользования и сохранения биологического разнообразия.

Рецензенты:
***Ш.Р. Абдуллин**, д-р биол. наук, доцент (БГУ);*
***Л.А. Гайсина**, д-р биол. наук, доцент (БГПУ).*

© Изд-во БГПУ, 2017
© Хусаинов А.Ф, Наумова Л.Г.

ВВЕДЕНИЕ

Изучение видов растений и растительных сообществ является важной составляющей эколого-биологического образования в высшей школе. Растения – это индикаторы экологических условий и основа экологических систем. Поэтому изучение растений позволяет судить и об особенностях экосистем, в которых они играют роль продуцирующего блока.

В рамках экосистем растения связаны с гетеротрофной биотой потоками вещества и энергии. Совокупность вида автотрофного растения и гетеротрофных организмов называется консорцией. Гетеротрофные консорты используют растения в процессе питания (трофические отношения) как субстрат для поселения (топические отношения, их пример – эпифиты), для создания гнезд (фабрические отношения), для переноса частей растений (форические отношения, например, перенос пыльцы, диаспор и др.).

Самыми важными консортивными отношениями являются трофические, при которых гетеротрофные организмы получают энергию и вещества, накопленные растениями в процессе фотосинтеза. Отношения между растениями и консортами могут иметь характер взаимной выгоды – мутуализма (с прокариотами-азотфиксаторами, микоризными грибами, опылителями, переносчиками диаспор) или односторонней выгоды – эксплуатации (с фитофагами, патогенами и животными-землероями).

В ходе эколого-биологической практики может решаться широкий спектр задач по изучению растений. Основными задачами являются следующие.

Знакомство с флорой территории СООЦ «Салихово» и его окрестностей. При изучении флоры студент осваивает технику гербаризации и правила определения видов растений с использованием определителей. Он получает сведения:

– о систематическом положении видов растений;

– о ценности растений как биологических ресурсов (лекарственных, медоносных, пищевых, технических и др.);

– об экологии и географии видов растений (включая характеристику географического ареала);

– особое внимание уделяется редким видам растений, которые включены в Красные книги Республики Башкортостан и России;

Изучение разнообразия растительных сообществ территории:

– освоение метода выполнения геоботанических описаний;

– знакомство с методами обработки геоботанических описаний;

– приобретение навыков выделения типов растительных сообществ;

– приобретение умения определить место выделенных типов растительных сообществ в системе высших единиц растительности

Башкортостана.

Перечисленные задачи не могут быть решены одним студентом за время практики. Предполагается, что студент получает индивидуальное исследовательское задание, при выполнении которого решает круг задач в соответствии с этим заданием. Вспомогательный материал дан в приложениях 1-5.

Оформление отчета по эколого-ботанической практике. В содержание отчета включаются следующие разделы.

Введение (содержит общие сведения о месте и времени прохождения практики).

Раздел 1. Изучение флоры и растительности (содержится в отчетах всех студентов):

1) составление списка видов, выявленных в ходе практики;
2) оформление гербария по индивидуальному заданию;
3) геоботанические описания, выполненные в ходе практики (не менее трех в разных типах растительности с определением принадлежности сообществ к высшим единицам классификации растительности);

Раздел 2. Результаты выполнения исследовательского задания.

Заключение. Самооценка эффективности прохождения практики.

ГЛАВА 1. ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ

Село Салихово относится к Алкинскому сельскому совету Чишминского района.

Население: в 1906 – 1322 человека; 1929 – 1600; 1939 – 1009; 1959 – 525; 1989 – 265; 2002 – 282; 2010 – 252. Большая часть жителей – татары. Население занято в ООО «Агрохозяйство им. Салавата». Имеется фельдшерско-акушерский пункт, дом культуры (Башкирская энциклопедия, 2011).

Село основано мишарями по договору 1746 о припуске на вотчинных землях башкир Суби – Минской волости Ногайской дороги. Позже на тех же условиях здесь поселились тептяри. Село названо по имени первопоселенца Салиха Муслюмова. В 1865 в 178 дворах проживало 1068 человек, которые занимались земледелием и скотоводством. В это время в селе было 2 мечети, училище, 4 водяные мельницы, 6 бакалейных лавок. В 1906 г. функционировали 2 мечети, медресе, 5 водяных мельниц с обдирками, 2 кузницы, 5 бакалейных лавок; среди занятий населения отмечено также приготовление кумыса (Башкирская энциклопедия, 2011).

На территории села приказом ректора БГПУ им. М. Акмуллы №197 б/о от 30.09.2013 г. был создан социально-образовательный центр «Салихово», который приказом №19/о от 27.01.2016 г. переименован в

Социально-образовательный оздоровительный центр «Салихово».

Основной целью деятельности Центра является организация и проведение различных видов практик (полевых, учебных и др.), массовых оздоровительных, физкультурных и спортивных, культурно-зрелищных и иных мероприятий.

1.1. Географическое положение СООЦ «Салихово»

Село расположено в центральной части Республики Башкортостан (рис. 1) на территории Чишминского района в 25 км к северо-востоку от райцентра и 10 км к северу от железнодорожной станции Алкино. Координаты: 54°41′37″ с. ш., 55°32′29″ в. д.

Рис. 1. Местоположение с. Салихово на карте Республики Башкортостан

1.2. Климат

На климат территории села Салихово и его окрестностей влияют разнородные воздушные массы поступающие из различных регионов, что способствует частой смене погоды и определяет переходный характер климата от типичного восточноевропейского к сибирскому. Основными его особенностями являются сравнительно влажное теплое лето и умеренно суровая снежная зима (Кадильников, 1970).

Среднегодовое количество осадков составляет 419 мм (по данным Демской метеостанции). С ноября по март выпадает 119 мм (28% годовой суммы осадков), с апреля по октябрь – 300 мм (72% годовой суммы осадков) (Кадильников, 1970).

Средняя годовая температура составляет +2,8^{o}C, средняя температура января – минус 15^{o}C, абсолютный минимум – минус 46^{o}C. Сумма активных температур равна 2000-2200^{o}C (Климат Уфы, 1987).

Зима отличается устойчивой морозной погодой со снегопадами и редкими оттепелями. Средняя глубина промерзания почвы к концу зимы достигает 40–100 см.

Весной случаются засухи, вторая половина лета и осень влажные, но случаются засухи и в эти периоды. Средняя мощность снежного покрова к концу зимы достигает 40 см, продолжительность периода с устойчивым снежным покровом в среднем составляет 150 дней. Снеготаяние продолжается в среднем 16 дней – с 24 марта по 9 апреля.

Средняя продолжительность безморозного периода 140 дней (с 8 мая по 26 сентября), а вегетационного периода – 171 день (с 20 апреля по 9 сентября). Средняя температура июля составляет +19^{o}С. Абсолютный максимум – +38^{o}С. Лето теплое и ясное с редкими ливнями (Кадильников и др., 2005).

Преобладают ветры южного и юго-западного направлений, причем зимой часто дуют резкие южные ветры, а наиболее редко – ветры северные и северо-западные, которые усиливаются лишь в летний период. Преобладание южных и юго-западных ветров связано с циклонами, часто проходящими севернее г. Уфы, а также с областью высокого давления, формирующиеся в зимнее время южнее территории Башкортостана. Среднегодовая скорость ветра составляет 3,1–4,4 м/сек.

В целом климат территории благоприятен для сельского хозяйства во все времена года. Летом этому способствует достаточное количество тепла и солнечного сияния (1960 часов в год), а зимой – наличие в течение продолжительного периода снегового покрова. Климат района благоприятен для произрастания широкого ассортимента древесных пород. Однако твердолиственные породы (дуб, клен, ильм) испытывают недостаток тепла и зачастую повреждаются поздневесенними заморозками (Кадильников и др., 2005).

1.3. Геология, геоморфология и рельеф

Территория района относится к Левобережному Прибельскому округу, который протянулся с северо-северо-запада на юг в виде узкой и длинной полосы, охватывая современную долину р. Белой в ее нижнем течении и прилегающую левобережную водораздельную равнину. Местами она имеет холмисто-увалистый рельеф и расчленена оврагами и балками (Кадильников и др., 2005).

В геологическом строении дневной поверхности принимают участие осадочные породы разного возраста – пермской, третичной и четвертичной систем. Пермские отложения представлены кунгурскими серыми и белыми кристаллическими гипсами, которые в верхней части толщи переслаиваются с алевролитами, мергелями, глинами, песчаниками и известняками. Многочисленные выходы их приурочены к крутым склонам долин рек и оврагов. В этих же местах обнажаются породы казанского

яруса перми – известняки, песчаники, алевролиты, глины. На размытую поверхность пермских отложений местами налегают отложения миоцена и плиоцена – глины с прослоями бурых углей, кварцевые пески, галечники, скопившиеся в понижениях древнего рельефа. Все эти отложения покрываются в долинах четвертичными аллювиальными суглинками, а на водоразделах и их склонах – элювиальными и делювиальными суглинками и щебнем, которые представляют собой почвообразующие породы (Абдрахманов, Попов, 1985).

Рельеф территории села Салихово и его окрестностей представлен, с одной стороны, выровненной поверхностью, с другой, обрывистыми склонами с выходом пермских пород на крутосклонах реки Уза. Абсолютная отметка на горе Абдулла (2,5 км к западу от с. Салихово) составляет 115 м над уровнем моря, понижение рельефа отмечается в юго-восточном направлении в сторону поймы реки Дема.

1.4. Гидрология

Территория с. Салихово дренируется рекой Уза (левый приток р. Дема) с её левыми притоками. Исток р. Уза находится в Благоварском районе около д. Узыбаш. Длина реки составляет 61 км. Она протекает по территории Благоварского и Чишминского районов и впадает в р. Дема. На реке построено 12 прудов и водохранилищ, крупнейшие из которых расположены около д. Новая (объем воды – 1380 тыс. км^3, площадь – 30,2 га), д. Кашкалаши (объем воды – 900 тыс. км^3, площадь – 30 га), и около с. Салихово (объем воды – 967 тыс. км^3, площадь – 60,6 га). По берегам реки расположены 9 населенных пунктов.

Подземные воды приурочены к различным горизонтам и залегают на разной глубине.

В южной половине района широко развиты кунгурские воды. Они приурочены к гипсам, относятся к карстово-трещинным и обладают значительной минерализацией (от 2 до 6 г сухого остатка на 1 л воды), в связи с чем имеют ограниченное практическое использование.

Третичные отложения слабо обводнены и их воды практического значения не имеют.

Наиболее благоприятными для водоснабжения являются воды аллювиального водоносного горизонта, приуроченного к речным долинам. Он залегает на глубине от 2–4 до 12–18 м. Минерализация воды слабая (сухой остаток составляет менее 1 г на 1 литр воды). Дебит колодцев составляет 0,2–40 л/мин (Кадильников и др., 2005).

1.5. Почвы

По почвенно-экологическому районированию Башкортостана (Мукатанов, 1994), территория находится в пределах Левобережного Прибельского волнисто-равнинного выщелоченно-черноземного округа.

Почвообразующими породами являются делювиальные и элювиальные отложения четвертичного возраста.

По поймам рек залегают аллювиально-делювиальные почвообразующие породы. Почти все они имеют тяжелый механический состав (легкие глины и тяжелые суглинки) и высокую обеспеченность карбонатами (Хазиев и др., 1995).

Распределение почв в значительной степени связано с рельефом и увлажненностью, которая, в свою очередь, определяется интенсивностью поверхностного стока выпадающих осадков и уровнем залегания грунтовых вод.

Почвенный покров образуют черноземы выщелоченные, типичные и лугово-черноземные почвы:

– *черноземы выщелоченные* занимают преимущественно пологие склоновые и водораздельные ландшафты. Почвообразующими породами для них служат карбонатные элювио-делювиальные, делювиальные глины и суглинки, а также маломощный элювио-делювий плотных известняков и мергелей;

– *черноземы типичные* располагаются на пологих склонах, сменяясь на повышенных элементах рельефа междуречий черноземами выщелоченными. Почвообразующими породами для них служат делювиальные и элювио-делювиальные глинистые и тяжелосуглинистые образования, а также лессовидные делювиальные карбонатные отложения, реже – элювий карбонатных песчаников;

– *лугово-черноземные почвы* представляют полугидроморфные аналоги зональных черноземов и формируются в отличие от последних в условиях повышенного увлажнения в понижениях рельефа и на пологих шлейфах склонов. Такие условия могут создаваться за счет местных временных скоплений влаги поверхностного стока или за счет питания почвенно-грунтовыми водами (на глубине 3–6 м), а также в результате их совместного действия (Хазиев, 2012).

1.6. Основные типы местообитаний

Башкирское Предуралье отличается высокой концентрацией населения и транспортных путей, что оказывает значительное воздействие на флору и растительность населенных пунктов. Возрастающее влияние человека на окружающую среду вызывает появление большого числа антропогенных местообитаний. Сохранившиеся присельные естественные местообитания также претерпели сильнейшее влияние антропогенных факторов. В частности, мы видим внедрение в состав растительных сообществ синантропных видов растений, замена естественных коренных растительных сообществ производными и синантропными, уменьшение разнообразия, обеднение состава, упрощение структуры, снижение продуктивности и стабильности растительных сообществ.

На территории с. Салихово и его окрестностей можно выделить следующие экотопы.

Естественные местообитания:

1) луга, включая присельные пастбища;
2) степи;
3) ветланды;
4) водоемы (реки, ручьи, озера, пруды, лужи и др.).

Антропогенные местообитания:

1) огороды;
2) сады;
3) дворы, тропы, обочины дорог;
4) придорожные канавы;
5) пустыри, залежи, обнажения;
6) промышленные площадки (гаражи, мастерские и др.), территории зернохранилищ;
7) кладбища;
8) свалки, различные мусорные места;
9) сельскохозяйственные угодья (поля).

1.7. Общая характеристика растительности

Территория Чишминского района расположена в лесостепной зоне РБ (Определитель…, 1988; 1989). По лесорастительному районированию территории относится к району широколиственных лесов левобережья реки Белой Предуральской лесостепной зоны. По общему естественно-историческому районированию Башкортостана территория относится к лесостепной зоне (Чишмы …, 2004).

Леса занимают около 2000 км^2, что составляет в среднем около 16% площади, но распространены по территории они крайне неравномерно (Кадильников и др., 2005).

По флористическому составу различаются дубовые, дубово-березовые, липовые и осиновые леса, занимающие водораздельные пространства и надпойменные террасы. Преобладают дубовые леса с примесью *Betula pendula, Tilia cordata, Populus tremula, Ulmus glabra*. Они – липняковые, злаковые, снытьевые. В подлеске произрастают *Frangula alnus, Sorbus aucuparia, Corylus avellana, Padus avium, Euonymus verrucosus, Rosa acicularis*. В травяном покрове много сныти, *Dryopteris filix-mas, Viola mirabilis, Pulmonaria obscura, Galium odoratum, Lathyrus vernus, Polygonatum multiflorum, Paris quadrifolia, Calamagrostis arundinacea, Milium effusum, Melica nutans* и др. (Кадильников и др., 2005).

По крутым склонам и на лесных опушках обычны густые заросли *Cerasus fruticosa* и *Caragana frutex* (Определитель…, 1988; 1989).

Растительность речных пойм более богата, чем растительность водоразделов. Разнообразны прирусловые леса в поймах рек Белой,

Демы, Уршака, Кармасана и др. Широко распространены вязовые, березово-вязовые, липово-дубовые, липово-ольховые, осиново-липовые леса с примесью *Populus nigra, Populus alba* с участием корневищных злаков и *Rubus caesius*. В пределах поймы широколиственные леса граничат с увлажненными и заболоченными ольшаниками из *Alnus glutinosa* и ивняками *Salix cinerea*. Надпойменные террасы почти на всех реках поросли *Alnus glutinosa* с подлеском из *Salix cinerea*. В долинах распространены травяные низинные болота с доминированием *Carex cespitosa u Phragmites australis*. Притеррасные болота особенно хорошо развиты в пойме реки Дема. В долинах рек из-за миграции русел имеется много стариц, которые зарастают и превращаются в болота (Смирнова и др., 1970).

Естественная травянистая растительность сохранилась отдельными участками на выгонах и сенокосах. Она представлена степными, луговыми и болотными группировками (Кадильников и др., 2005).

Степная растительность приурочена к водоразделам и надпойменным террасам и представлена преимущественно типчако-разнотравно-ковыльными сообществами. По опушкам леса и лесным полянам развиты дубово-злаково-разнотравные луга. В поймах рек представлены кострецовые, узколистно-мятликовые, и злаково-разнотравные луга. Для гипсовых обнажений характерен разреженный травяной покров из полыней (*Artemisia armeniaca, A. campestris, A. sericea*), *Thymus uralensis, Onopordum acanthium, Centaurea sibirica* и др.

На Демско-Уршакском и Уршакско-Бельском водоразделах степи отличаются низкими травостоями с преобладанием *Festuca valesiaca*, сформировавшимся под влиянием интенсивного выпаса скота.

1.7.1. Основные типы травяных сообществ естественной растительности

Луга, включая присельные пастбища

На территории встречаются 3 типа лугов.

Кострецовые луга. Сформированы на более высоких участках поймы реки Уза на месте сельскохозяйственных угодий. В настоящее время используются как частные сенокосы. Проективное покрытие травостоя составляет 85–95%; число видов от 28 до 38, средняя высота травостоя – 50 см. Вследствие нерационального использования в этих сообществах произошло обеднение видового состава: многолетние травянистые растения замещаны малолетними, плохо поедаемыми растениями (*Echium vulgare, Picris hieracioides, Euphorbia virgata, Xanthium albinum, Atriplex tatarica* и др.).

Разнотравные луга на присельные выгонах. Под влиянием выпаса ценные луговые злаки (*Festuca pratensis, Poa pratensis, Bromopsis inermis*) замещаются пастбищным низкотравьем (*Pimpinella saxifraga, Plantago media, Taraxacum officinale, Amoria repens*). При сохранении нагрузки роль

пастбищного низкотравья будет возрастать. В настоящее время в сообществах проективное покрытие составляет 95–100%, число видов – 25–35, средняя высота – 25 см.

Луговоовсяницевые пойменные луга. Эти луга расположены на первой надпойменной террасе и так же, как выше описанный тип лугов, испытывают влияние выпаса. На первой стадии пастбищной дигрессии основные доминанты, характерные для естественных пойменных лугов (*Festuca pratensis, Agrostis gigantea, Deschampsia cespitosa*) сохраняют свою позицию. На последующих стадиях формируются сообщества низкорослых, устойчивых к вытаптыванию и выпасу луговых видов (*Achillea millefolium, Amoria fragifera, A. repens, Juncus gerardii, Leontodon autumnalis, Plantago major*). В травосте появляются ядовитые, непоедаемые растения (*Ranunculus polyanthemos, R. repens, Tussilago farfara*). С усилением нагрузки в сообщества внедряются рудеральные виды (*Chenopodium album, Ch. glaucum, Xanthium albinum* и др.).

Степи

В окрестностях с. Салихово встречаются 3 варианта степных сообществ: разнотравно-ковыльная степь, кустарниковая степь, петрофитная степь. Степная растительность сохранилась также на территории кладбища и на склонах по берегам реки Уза.

Разнотравно-ковыльная степь. Степная растительность с доминированием ковылей (*Stipa pennata, Stipa capillata, Stipa lessingiana др.*), других ксерофильных злаков (*Festuca valesiaca, Poa transbaicalica, Koeleria cristata и др.*) и степного разнотравья (*Filipendula vulgaris, Amoria montana, Centaurea scabiosa, Fragaria viridis, Phlomoides tuberosa* и др.) сохранилась в относительно ненарушенном виде на старой части кладбища. Проективное покрытие травостоя составляет 90 – 100%, средняя высота – 50-60 см, среднее число видов в сообществах – 37. Кладбище, которое защищено от влияния выпаса и вытаптывания, представляет собой ценный рефугиум сохранения степной флоры.

Кустарниковая степь. Заросли степных кустарников (*Cerasus fruticosa, Caragana frutex, Genista tinctoria, Spiraea crenata*) сохранились на крутосклонах и на участках с пересеченным рельефом, неудобных для распашки и выпаса. В травяном ярусе доминируют также степные виды (*Falcaria vulgaris, Stipa capillata, Galatella angustissima, Eryngium planum, Poa transbaicalica*) и др. Общее проективное покрытие достигает 100%, средняя высота – 110 см, среднее число видов в сообществах – 33.

Петрофитная степь. В окрестностях с. Салихово петрофитные степи сохранились на крутых склонах южной экспозиции. В этих сообществах представлены следующие петрофитные виды: *Agropyron pectinatum, Artemisia sericea, Hedysarum grandiflorum, Centaurea marschalliana, Euphobia seguieriana*, а также виды родов *Stipa* и *Allium*. Значительную роль играют полукустарнички *Alyssum tortuosum, Ephedra*

distachya, Thymus uralensis, Onosma simplicissima и др. Общее проективное покрытие составляет 45–50%, средняя высота травостоя – 23 см, среднее число видов в сообществах – 34.

В последние годы вследствие уменьшения поголовья скота и снижения пастбищных нагрузок наблюдается процесс восстановления этих сообществ.

Ветланды

Ветланды включают разнообразные местообитания: болота, поймы, прибрежные зоны, в том числе солончаковые болота и зарастающие озера, частично или полностью покрытые тонким слоем воды. Искусственные ветланды – это водоочистные пруды и бассейны.

В окрестностях с. Салихово ветланды встречаются по заболоченным берегам ручьев, впадающих в р. Уза и на пониженных участках прибрежной зоны пруда. Травяная растительность представлена сообществами с доминированием гигрофитов и гидрофитов – *Eleocharis palustris, Alisma plantago-aquatica, Equisetum fluviatile,* а также видов из родов *Typha, Potamogeton, Carex, Salix*. Растения ветландов – это в основном многолетники, однолетних видов среди них немного. Лесная растительность представлена сообществами пойменных лесов с участием *Salix alba, S. cinerea, S. dasyclados* и др.

В период засухи во второй половине лета продуктивность сообществ остепненных лугов на склонах резко падает, и потому скот пасется на ветландах. Выпас скота является одним из самых сильных и опасных антропогенных факторов, влияющих на эту растительность. Он приводит к уплотнению почвы, нарушению дернины, вторичному засолению почвы и другим негативным последствиям. При этом повышается представленность видов-малолетников (*Bidens tripartita, Epilobium hirsutum, Persicaria mitis* и др.), которые представляют начальные стадии восстановительных сукцессий, и видов следующей стадии сукцессии (*Agrostis stolonifera, Chenopodium glaucum, Rumex maritimus* и др.).

Растительность водоемов

В окрестностях с. Салихово водоемы представлены рекой Уза, ручьями, родниками, прудами и другими водными объектами. Сообщества этих местообитаний включают растения, обитающие в толще воды (виды рода *Potamogeton*, *Ceratophyllum demersum*), на ее поверхности (*Nuphar lutea,*) и в прибрежье (*Phragmites australis*, виды родов *Typha, Carex, Scirpus* и др.).

Из-за загрязнения сточными водами и нерегулируемого сброса воды из пруда на речке Уза водная растительность сильно обеднена.

1.7.2. Основные типы синантропной растительности

Сообщества огородов

Эти сообщества представлены на возделываемых относительно небольших участках земли, предназначенных для выращивания овощей.

Обычно огороды огорожены забором. Растительный покров огородов в большинстве образован одним видом культивируемого растения и сегетальными сорными видами. В частных огородах для подавления сорных растений не применяются гербициды, и поэтому из-за высокого запаса семян сорных растений в почве и постоянного поступления их извне наблюдается высокая засорённость картофельных огородов.

Больше половины видов сегетальной флоры составляют монокарпические растения: *Amaranthus retroflexus, Centaurea cyanus, Galeopsis bifida*, *Carduus crispus, Conium maculatum, Melilotus officinalis*, *Crepis tectorum, Elisanthe noctiflora, Lactuca serriola* и др.

Сообщества садов

Экотопы садов подвергаются регулярной обработке, что ведет к отбору сегетальных видов, связанных с более богатыми и увлажненными почвами. Во флоре садов представлены виды как естественной растительности (*Poa pratensis, Prunella vulgaris, Ranunculus repens, Trifolium pratense, Vicia cracca* и др.), так и рудеральные и сегетальные виды (*Capsella bursa-pastoris, Chelidonium majus, Chenopodium album, Senecio vulgaris, Urtica urens* и др.).

Дворы, тропы, обочины дорог

Двор – пространство земли, прилежащее к дому либо к жилым и хозяйственным помещениям. В селе Салихово – это огороженный участок земли при доме, на котором расположены хозяйственные постройки. Эти местообитания испытывают невысокую антропогенную нагрузку вытаптывания, частично затенены, и их почва может быть обогащена навозом.

Тропа – узкая протоптанная дорожка без покрытия.

Обочина – элемент дороги, примыкающий непосредственно к проезжей части на одном уровне с ней и отличающийся типом покрытия. Во флоре этих местообитаний преобладают рудеральные виды, устойчивые к вытаптыванию (*Amoria repens, Chenopodium glaucum, Lepidium ruderale, Lepidotheca suaveolens, Plantago major* и др.), а также рудеральные малолетники, связанные с нарушеннымиместообитаниями (*Atriplex tatarica, Conyza canadensis, Lepidium densiflorum, Senecio vulgaris, Sisymbrium loeselii* и др.). На обочинах автодорог и троп, кроме рудеральных видов, с высоким постоянством встречаются виды естественной растительности.

Придорожные канавы

Придорожные канавы расположены вдоль земляного полотна дороги и служат для сбора и отвода поверхностных вод. Эти местообитания характеризуются отсутствием естественного почвенного покрова и значительной обводненностью. Эти этопы отличаются высоким флористическим разнообразие. Кроме рудеральных видов, встречающихся на обочинах дорог, в них представлено большое число видов-гигрофитов

(*Agrostis stolonifera Amoria fragifera, Bidens tripartita, Epilobium palustre, Juncus ambiguus* и др.).

Пустыри, залежи, обнажения

Пустырь – заброшенное пространство, незастроенное место, расположенное вблизи жилья или на месте бывшего жилья.

Обнажения (техногенные) – участки со снятым плодородным слоем в период подготовки к строительству. Эти участки часто бывают покрыты строительным мусором. Здесь преобладают рудеральные виды двух и многолетних растений.

Залежи – сельскохозяйственные угодья или огороды, ранее использовавшиеся как пашня, но заброшенные больше одного года, начиная с осени. На залежах протекают вторичные автогенные восстановительные сукцессии, в ходе которых происходит смена сообществ малолетних сегетально-рудеральных видов (*Amaranthus retroflexus, Atriplex sagittata, Avena fatua, Crepis tectorum, Viola arvensis* и др.) сообществами высокорослых рудеральных дву- и многолетних видов (*Artemisia absinthium, Bunias orientalis, Carduus uncinatus, Echinops sphaerocephalus, Hyoscyamus niger* и др.). В дальнейшем эти сообщества сменяются сообществами многолетних видов с преобладанием злаков (*Convolvulus arvensis, Elytrigia repens, Falcaria vulgaris, Poa angustifolia, P. pratensis* и др.). В итоге при отсутствии нарушений на месте залежи восстановится естественная растительность, равновесная с местными почвенно-климатическими и орографическими условиями.

Промышленные площадки (гаражи, мастерские и др.), территории зернохранилищ

Промышленные площадки – это производственные площадки и свободные земельные участки промышленного назначения.

Гаражи, мастерские – помещения для стоянки и ремонта транспортных средств.

Зернохранилище – большое складское помещение для хранения фуражного и семенного зерна.

На территории с. Салихово эти объекты испытывают невысокую антропогенную нагрузку вытаптывания и реже – выкашивания. На вытаптываемых участках формируются сообщества низкорослых растений, таких как *Amoria repens, Inula britannica, Lepidium ruderale, Lepidotheca suaveolens, Plantago major, Poa annua, Polygonum aviculare* и др. На периферии объектов, вдоль заборов и стен формируются заросли рудерального высокотравья (*Artemisia vulgaris, Conium maculatum, Pastinaca sylvestris, Bunias orientalis, Echium vulgare* и др.), которые периодически выкашиваются. Кроме того, территории объектов засоряются сегетальными видами (такими как *Avena fatua, Brassica campestris, Fagopyrum esculentum, Elisanthe noctiflora, Galeopsis ladanum* и др.) привозимыми с полей техникой.

Кладбища

Кладбище – это территория, специально отведённая для захоронений, находящаяся в ведении органов исполнительной власти. Флора и растительность кладбищ большей частью предоставлена естественному развитию без существенного вмешательства человека. Кладбища часто обладают высоким потенциалом как рефугиумы естественной флоры.

На кладбище с. Салихово на старых участках сформировались сообщества, близкие по составу к разнотравно-ковыльным степям. На участках с новыми захоронениями наблюдается заселение адвентивных видов (*Acer negundo, Amaranthus retroflexus, Artemisia absinthium, Chenopodium urbicum, Cynoglossum officinale* и др.), а также синантропных апофитов (*Amoria fragifera, Arctium tomentosum, Artemisia vulgaris, Plantago media, Polygonum arenastrum* и др.).

Свалки

Свалки – это территории временного размещения отходов производства и потребления, разрешенные местными органами власти, но не обустроенные в соответствии с требованиями, предъявляемыми к полигонам санитарными нормами и правилами, и эксплуатируемые с отклонениями от требований санитарно-эпидемиологического надзора.

Территории свалок зарастают широким спектром эвтрофных рудеральных видов: однолетников начальных этапов восстановительных сукцессий (*Chenopodium album, Echinochloa crusgalli, Echinocystis lobata, Galium aparine, Tripleurospermum perforatum* и др.); высокотравных видов дву-многолетников (*Chelidonium majus, Convolvulus arvensis, Lactuca tatarica, Melilotus officinalis, Pastinaca sylvestris* и др.), к которым могут примешиваться виды вторичных послелесных лугов (*Bromopsis inermis, Dactylis glomerata, Elytrigia repens, Medicago lupulina, Poa pratensis* и др,).

Свалки являются очагом распространения синантропных видов.

Сельскохозяйственные угодья (поля)

Сельскохозяйственными угодьями называют земли, предназначенные для выращивания культурных растений, разведения скота и выполнения сопутствующих работ. Большую часть сельскохозяйственных угодий составляют участки, предназначенные под засев культурных растений. Такие наделы относятся к пашням, которые систематически обрабатываются. Помимо полей с культурными растениями, в эту группу включены посевы многолетних трав на участках севооборота, выводные поля и чистые пары.

На полях помимо культуры, произрастают сорно-полевые (сегетальные) растения. По типу стратегии жизни сегетальные растения – типичные эксплеренты (*Avena fatua, Brassica campestris, Centaurea cyanus, Galeopsis bifida, Viola arvensis* и др.). Обязательным условием их существования являются постоянные нарушения почвы обработкой,

которая препятствует произрастанию растений, обладающих более высокой конкурентной способностью (рудеральных, луговых, степных). Вне условий постоянных нарушений сегетальные растения существовать не могут (Миркин, Наумова, 2010).

ГЛАВА 2. ФЛОРА ТЕРРИТОРИИ СООЦ «САЛИХОВО» И ЕГО ОКРЕСТНОСТЕЙ

Флора, как и любое другое природное явление, обладает определенными признаками, характеризующими каждую флору как таковую. Разные флоры могут сопоставляться друг с другом при сравнительном изучении.

2.1. Общая характеристика флоры окрестностей СООЦ «Салихово»

Важнейшим признаком каждой флоры является ее видовой состав. Учет видов, произрастающих на определенной территории – инвентаризация флоры – представляет необходимую основу каждого флористического исследования (Толмачев, 1974).

Любая флора состоит из видов, различающихся по значительному числу параметров: систематической принадлежности, жизненной форме, географической характеристике, биологическим особенностям, по отношению к ведущим экологическим факторам и т.д.

2.1.1. Систематический состав флоры

Во флоре отмечается абсолютное преобладание цветковых растений, в ее составе присутствуют только четыре вида сосудистых споровых (хвощевидные) и два представителя голосеменных (табл. 1; прил. 2).

Анализ систематического состава флоры показал подавляющее господство двудольных растений класса Magnoliopsida – 80,6% (324 вида), слабую представленность класса Liliopsida –17,9% (72 вида).

Таблица 1

Систематический состав флоры территории с. Салихово и его окрестностей

Семейство	Число видов	Число родов	Семейство	Число видов	Число родов
Asteraceae	61	32	Cucurbitaceae	2	2
Poaceae	40	24	Aceraceae	2	1
Fabaceae	32	14	Amaranthaceae	2	1
Lamiaceae	23	13	Cannabaceae	2	1
Brassicaceae	21	17	Euphorbiaceae	2	1
Rosaceae	18	12	Lemnaceae	2	1
Ranunculaceae	14	9	Polygalaceae	2	1
Polygonaceae	14	6	Typhaceae	2	1
Caryophyllaceae	13	10	Urticaceae	2	1

Продолжение таблицы 1

Scrophulariaceae	13	7	Alismataceae	1	1
Apiaceae	12	12	Asclepiadaceae	1	1
Cyperaceae	11	4	Asparagaceae	1	1
Boraginaceae	10	9	Butomaceae	1	1
Chenopodiaceae	10	5	Ceratophyllaceae	1	1
Salicaceae	9	2	Cuscutaceae	1	1
Rubiaceae	8	1	Ephedraceae	1	1
Onagraceae	5	2	Fagaceae	1	1
Primulaceae	4	3	Gentianaceae	1	1
Campanulaceae	4	1	Hydrocharitaceae	1	1
Equisetaceae	4	1	Hypericaceae	1	1
Plantaginaceae	4	1	Iridaceae	1	1
Betulaceae	3	3	Liliaceae	1	1
Dipsacaceae	3	2	Lythraceae	1	1
Geraniaceae	3	2	Papaveraceae	1	1
Malvaceae	3	2	Pinaceae	1	1
Solanaceae	3	2	Polemoniaceae	1	1
Alliaceae	3	1	Resedaceae	1	1
Juncaceae	3	1	Sambucaceae	1	1
Potamogetonaceae	3	1	Santalaceae	1	1
Violaceae	3	1	Tiliaceae	1	1
Convallariaceae	2	2	Ulmaceae	1	1
Convolvulaceae	2	2	Valerianaceae	1	1
Всего: семейств – 64, родов – 237, видов – 402					

При оценке флоры конкретной территории большое внимание уделяется выявлению десяти семейств, которые представлены наибольшим числом видов и отражают общий характер флоры.

В табл. 2 показано участие 10 ведущих семейств в характеризуемой флоре.

Таблица 2

Ведущие семейства флоры территории с. Салихово и его окрестностей

Семейство	**Число видов**	
	абсолютное	**%**
Asteraceae	61	15,2
Poaceae	40	9,9
Fabaceae	32	7,9
Lamiaceae	23	5,7
Brassicaceae	21	5,2
Rosaceae	18	4,5
Ranunculaceae	14	3,5
Polygonaceae	14	3,5
Caryophyllaceae	13	3,2
Scrophulariaceae	13	3,2

Ранжирование ведущих семейств показывает, что во флоре увеличена роль семейств Fabaceae, Lamiaceae, Ranunculaceae, Polygonaceae. Это указывает на экстремальный характер условий произрастания растений. Представители семейств Fabaceae и Lamiaceae более приспособлены для произрастания в ксеротермных условиях, а семейство Polygonaceae содержит много видов-рудералов, внедряющихся в хорошо прогреваемые и постоянно нарушаемые местообитания. Большое число видов семейства Ranunculaceae связано с наличием ручьев, речек и прудов в окрестностях села. Анализ систематического состава показал господство ограниченного числа семейств, что указывает на молодость данной конкретной флоры. На это же указывает и высокое число маловидовых родов и семейств.

2.1.2. Спектр жизненных форм флоры

Биоморфологический анализ спектра жизненных форм флоры дает ценную информацию о специфике изучаемой совокупности растений. По этой причине соотношение во флоре видов разных жизненных форм является ее важной характеристикой.

Для анализа спектра жизненных форм в нашем примере использована система К. Раункиера. В основу этой системы положены важные морфофизиологические особенности видов растений. Физиологической особенностью является реакция растений на сезон покоя, а морфологической – положение и способ защиты почек возобновления в течение неблагоприятного периода (сухого или холодного). По этому признаку К. Раункиер выделил 5 крупных категорий жизненных форм:

– фанерофиты – растения, у которых почки возобновления располагаются более или менее высоко над поверхностью почвы и ничем, кроме почечных чешуй, от возможного действия мороза не защищены. К этой группе относятся деревья и кустарники. Подразделение на подтипы осуществляется в зависимости от размера (мега-, мезо-, микро-, нанофанерофиты), типа почек (с защищенными и открытыми почками) и листопадности (вечнозелёные и листопадные);

– хамефиты – растения, почки возобновления которых, подняты над поверхностью почвы на высоту не более 20 – 30 см и обычно защищаются зимой снеговым покровом. Сюда относятся 4 подтипа: полукустарники, пассивные хамефиты, активные хамефиты и растения-подушки;

– гемикриптофиты – почки возобновления располагаются у самой по верхности земли. Надземные побеги при перезимовке у них отмирают полностью или почти полностью. Гемикриптофиты – это многие многолетние травы, полукустарники и полукустарнички;

– криптофиты – почки возобновления располагаются на определенной глубине в почве (у геофитов) или же в воде, как у болотных (гелофитов) или водных растений (гидрофитов). К геофитам относятся

клубневые, луковичные или корневищные многолетние растения;

– терофиты – однолетники, полностью отмирающие в неблагоприятное время года и переживающие его в виде семян. Терофиты наиболее обычны в сухих областях с коротким, но теплым летом. К ним относятся многие сорняки.

Анализ спектра жизненных форм (табл. 3) флоры показал, что в ее составе преобладают гемикриптофы (228 видов, 56,7% – *Amoria montana, Festuca pratensis, Stipa pennata* и др.). Преобладание гемикриптофитов свидетельствует о широкой представленности во флоре видов естественных травяных растительных сообществ умеренной зоны Евразии (степных и луговых).

Таблица 3

Спектры жизненных форм флоры территории с. Салихово и его окрестностей по К. Раункиеру

Жизненная форма	**Число видов**	
	абсолютное	%
Гемикриптофиты	228	56,7
Терофиты	92	22,9
Фанерофиты:	29	7,2
Криптофиты-геофиты	22	5,5
Криптофиты-гидрофиты	18	4,5
Хамефиты	13	3,2
Нанофанерофиты	12	2,9
Мезофанерофиты	9	2,3
Микрофанерофиты	8	2
Всего видов	**402**	**100**

Другой массово представленной жизненной формой являются терофиты (92 вида, 22,9% – *Amaranthus retroflexus, Arenaria serpyllifolia, Collomia linearis* и др.). Высокое участие терофитов является показателем подвижности субстратов, нарушенности растительности и ее синантропизации.

Относительно высокое участие в сложении флоры фанерофитов (20 видов – 7,2%) и хамефитов (13 видов – 3,2%) связано с наличием пойменных кустарников, кустарничков и деревьев *(Padus avium, Populus nigra, Rubus idaeus,* виды рода *Salix* и др.). Часть древесных видов являются останцами лесных, лесостепных и степных фитоценозов (*Astragalus cornutus, Betula pendula, Quercus robur* и др.). Многие древесные растения и кустарники используются в озеленении села (*Acer negundo, Caragana arborescens, Sambucus racemosa* и др.). Встречаются на территории села и натурализовавшиеся плодовые культуры: *Amelanchier spicata, Malus domestica, Sorbus aucuparia* и др.

Большую долю во флоре занимают криптофиты, которые

представлены либо геофитами (22 вида, 5,5% – *Asparagus officinalis, Equisetum arvense, Tussilago farfara* и др.), либо гидрофитами (18 видов, 4,5% – *Elodea canadensis, Scirpus lacustris, Typha latifolia* и др.).

2.1.3. Экологический спектр флоры

Анализ экологического спектра флоры рассмотрим на примере отношения видов к фактору увлажнения. Влага является одним из ведущих факторов среды обитания. По приуроченности к различным условиям увлажнения выделяют основные экоморфы растений: гидрофиты, гигрофиты, мезофиты и ксерофиты, а также промежуточные экоморфы: ксеромезофиты, мезоксерофиты, гигромезофиты, мезогигрофиты и т.д.

Подобные спектры могут быть составлены для характеристики отношения видов к другим важным факторам среды, оказывающим большое влияние на характер флоры и растительности (богатству почвы, освещенности, выпасу и др.).

Из экологического спектра видов (табл. 4), составленного по отношению к фактору увлажнения с использованием шкал Л.Г. Раменского (Раменский и др., 1956), видно, что в составе флоры преобладают виды мезофитной ориентации:

мезофиты (180 видов, 44,7%) – растения умеренно увлажненных местообитаний (*Arctium tomentosum, Atriplex sagittata, Echinochloa crusgalli, Sonchus arvensis* и др.);

ксеромезофиты (97 видов, 24,1%) – растения умеренно увлажненных местообитаний, способные выдерживать непродолжительное иссушение почвы (*Chamaecytisus ruthenicus, Dianthus versicolor, Veronica spicata* и др.);

гигромезофиты (23 вида, 5,7%) – растения увлажненных местообитаний способные выдерживать умеренное увлажнение (*Agrostis gigantea, Deschampsia caespitosa, Humulus lupulus* и др.);

гигрофиты (39 видов – 9,7%) – растения переувлажненных местообитаний (*Agrostis stolonifera, Bidens tripartita, Calystegia sepium* и др.);

мезогигрофиты (14 видов, 3,5%) – растения увлажненных местообитаний с периодами пересыхания почвы (*Alnus incana, Geum rivale, Solanum kitagawae* и др.);

гидрогигрофиты (5 видов – 1,2%) – растения-амфибии, растущие на мелководье (*Persicaria amphibia, Scirpus lacustris, Typha angustifolia* и др.);

гидрофиты (9 видов – 2,2%) – растения водоемов (*Elodea canadensis, Lemna trisulca, Potamogeton lucens* и др.);

ксерофиты (5 видов – 1,2%) – растения сухих почв (*Festuca valesiaca, Stipa capillata, Onosma simplicissima* и др.).

Высокая представленность экобиоморф гигрофильной и гидрофильной ориентации связана с наличием на территории влажных почв, прудов и речек. Можно полагать, что в дальнейшем вследствие

пересыхания речек, пойменных озер, стариц и усиления влияния антропогенного пресса представленность во флоре этих экологические группы будет снижаться.

Таблица 4

Экологический спектр флоры по отношению к фактору увлажнения

Экологическая группа	**Число видов/%**
Мезофиты	180/44,7
Ксеромезофиты	97/24,1
Гигрофиты	39/9,7
Мезоксерофиты	30/7,5
Гигромезофиты	23/5,7
Мезогигрофиты	14/3,5
Гидрофиты	9/2,2
Гидрогигрофиты	5/1,2
Ксерофиты	5/1,2
Всего видов	**402/100**

В то же время наблюдения, выполненные в последние годы, показали, что во флоре увеличивается доля видов ксерофитной ориентации: ксетрофитов и мезоксерофитов, а также растений, переносящих временное недостаточное увлажнение (*Allium globosum, Alyssum tortuosum, Salvia tesquicola* и др.).

2.1.4. Анализ адвентивного компонента флоры

Антропогенные местообитания с нарушенным растительным покровом заселяются пришлыми растениями, занесенными человеком (адвентами), а также растениями местной флоры (апофитами), для которых эти условия среды оказались благоприятными.

Процесс пополнения флоры адвентивными растениями представляет собой один из наиболее информативных вариантов биомониторинга за состоянием окружающей среды. Экспансия адвентивных видов, непрерывное увеличение числа и плотности их популяций приводит к изменениям в естественной растительности.

Адвентивная флора является основным источником сорных растений, которые могут наносить значительный ущерб сельскому хозяйству. Однако она может включать и полезные растения, которые перспективны для хозяйственного использования. В связи с этим выявление и анализ видов адвентивной флоры имеет большое теоретическое и практическое значение.

При исследовании любой синантропизированной флоры представляет интерес анализ состава адвентивных видов по времени заноса, способу иммиграции и степени натурализации (Туганаев, Пузырев, 1988; Наумова, Хусаинов, 1997).

Для анализа адвентивной флоры по времени заноса все виды были подразделены на неофиты (кенофиты) и археофиты. В табл. 5 показано долевое участие этих групп в исследованной флоре. При анализе происхождения флоры территории с. Салихово и ее окрестностей все виды были подразделены на апофиты (местные) и адвентивные (пришлые), адвентивные виды – на кенофиты (неофиты) и археофиты.

Таблица 5

Группы видов флоры территории с. Салихово и его окрестностей по происхождению

Группы видов	Число видов/%
Апофиты	307/76,4
Кенофиты:	57/14,1
эукенофиты	40/9,9
гемикенофиты	17/4,2
Археофиты	38/9,5
Всего	**402/100**

Анализ списка видов по происхождению показал преобладание апофитов – 307 (76,4%) видов. Второе место занимают кенофиты (неофиты) – виды, занесенные на территорию сравнительно недавно – 57 (14,1%) видов (*Acer negundo, Amaranthus blitoides, Xanthium albinum* и др.). Археофиты (появившиеся на территории Башкортостана до XVI века) представлены 38 видами или 9,5% (*Brassica campestris, Centaurea cyanus, Thlaspi arvense* и др.). Участие заносных видов во флоре составляет 35,7%, что показывает высокую степень ее адвентизации.

По способу иммиграции (табл. 6) можно различить преднамеренно и непреднамеренно занесенные растения. Преднамеренно занесенные или интродуцированные, но более или менее одичавшие виды, называются эргазиофитами (Туганаев, Пузырев, 1988). К непреднамеренно занесенным видам относятся ксенофиты (виды, случайно занесенные человеком в результате хозяйственной деятельности) и аколютофиты (виды, расселяющиеся в результате изменения растительного покрова) (Weber, 1961).

По способу заноса основная часть адвентов составляет группу ксенофитов (72 вида или 75,8%) – *Amaranthus blitoides, Carduus crispus, Setaria viridis* и др. Для них характерен скачкообразный способ заноса и способ распространения – сугубо антропохорный, т.е. связанный с человеком (Туганаев, Пузырев, 1988). Эргазиофиты представлены 19-ю видами (20%) – *Echinocystis lobata, Fagopyrum esculentum, Helianthus annuus* и др. Как правило, это пищевые, кормовые, декоративные растения, «убежавшие» из культуры. По своей природе они весьма разнообразны. Среди них немало таких, которые способны пройти весь жизненный цикл и успешно перезимовать. Значительное число встречающихся вне культуры растений

не может долго существовать без помощи человека. Присутствие их в антропогенных местообитаниях чаще всего объясняется наличием надежного источника диссеминации.

К аколютофитам относится любой вид, появившийся в рассматриваемом районе естественным путем и встречающийся во вторичных местообитаниях. Однако выявить такие виды трудно, бесспорно установлено произрастание лишь четырех видов (4,2%), относимых к аколютофитам (*Artemisia austriaca, Artemisia absinthium, Chenopodium glaucum*, *Tragopogon dubius*).

Таблица 6

Группы адвентивных видов по способу иммиграции

Группа видов	Число видов / %
Ксенофиты	72/75,8
Эргазиофиты	19/20
Аколютофиты	4/4,2
Всего	**95/100**

По степени натурализации адвенты подразделяются на эфемерофиты – растения, существующие на данной территории благодаря регулярному заносу их зачатков, эпекофиты – растения, входящие в состав рудеральных и сегетальных растительных сообществ, и агриофиты – растения, входящие в естественные растительные сообщества (табл. 7).

Таблица 7

Группы адвентивных видов по степени натурализации

Группа видов	Число видов/ %
Эпекофиты	71/74,7
Эфемерофиты	13/13,6
Агриофиты	11/11,6
Всего:	**95/100**

В составе адвентов в изученной флоре по степени натурализации преобладают эпекофиты – 71 вид (74,7%): *Amaranthus retroflexus, Lappula squarrosa, Sonchus oleraceus* и др. Это растения, входящие в состав рудеральной и сегетальной растительности, являются эксплерентами (Миркин, Наумова, 2012). Они активны на стадии заселения субстрата, свободного от растительности. В ходе восстановительных сукцессий эпекофиты замещаются видами естественных сообществ (апофитами). Наличие эфемерофитов – 13 видов (13,6%) связано с постоянным заносом семян и плодов человеком (*Bryonia alba,* S*ecale cereale, Sinapis alba* и др.). Современная флора любого района из-за развития дорожной сети и увеличения количества перевозок характеризуется высоким удельным весом эргазиофитов и эфемерофитов. В изученной флоре присутствует

значительное число агриофитов (11 видов – 11,6%), вошедших в состав естественных растительных сообществ. Агриофиты имеют довольно прочные ценотические позиции. Эта группа гетерогенна, в ее составе есть выходцы из Северной Америки (*Acer negundo, Conyza canadensis, Echinocystis lobata*), Азии (*Alyssum turkestanicum, Caragana arborescens, Melilotus officinalis*), Западной Европы (*Artemisia austriaca, Camelina microcarpa*).

Во флорогенетическом спектре адвентивной фракции флоры (табл. 8) преобладают ирано-туранские виды (34 вида – 35,8% от общего видового состава адвентов). Это – *Alyssum turkestanicum, Artemisia absinthium, Brassica campestris* и др. Второе место занимают средиземноморские виды (24 вида – 26,3%) – *Carduus thoermeri, Cynoglossum officinale, Urtica urens* и др.

Таблица 8

Флорогенетический спектр адвентивной флоры

Исходный ареал	**Число видов**	**%, от общего числа видов адвентивной флоры**
Ирано-туранский	34	35,8
Средиземноморский	24	26,3
Североамериканский	10	10,5
Евразиатский	9	9,5
Восточноазиатский	4	4,2
Европейский	4	4,2
Восточноевропейский	2	2,1
Южноазиатский	2	2,1
Средиземноморско-ирано-туранский	2	2,1
Западноевропейский	1	1
Кавказский	1	1
Евросибирский	1	1
Сибирский	1	1
Всего:	**95**	**100**

Высокое участие в сложении адвентивной флоры ирано-туранских и средиземноморских видов объясняется наличием торговых путей через эти районы. Кроме того, на территории села и его окрестностей под влиянием антропогенных факторов формируются новые экотопы с благоприятными для этих адвентов условиями – теплые и сухие.

Третье место занимают североамериканские виды (10 видов – 10,5%): *Acer negundo, Amaranthus retroflexus, Lepidotheca suaveolens* и др. Это связано с интенсивными грузоперевозками и соответствием экологии этих видов природным условиям района. В целом флорогенетический спектр адвентивной флоры отражает ее южное происхождение, что

указывает на сухость и сильное прогревание почвенного покрова летом, вследствии различных нарушений.

2.1.5. Эколого-фитоценотический спектр флоры

Соотношение эколого-фитоценотических групп в изученной флоре показано в табл. 9. В ее составе преобладают рудеральные, луговые, степные и сегетальные виды.

Таблица 9

Представленность эколого-фитоценотических групп

Эколого-фитоценотическая группа	**Число видов**	
	абсолютное	**%**
Рудеральная	97	24,1
Луговая	90	22,4
Степная	80	19,9
Сегетальная	47	11,7
Лесная	47	11,7
Прибрежно-водная	36	8,9
Водная	5	1,2

Высокая доля рудеральных видов связана наличием антропогенных местообитаний (по обочинам дорог, пустырям, дворам, свалкам и т.д.). Всего таких видов 97 (24,1%): *Arctium lappa, Artemisia absinthium, Carduus uncinatus, Nepeta cataria, Pastinaca sylvestris* и др. Во флоре преобладают виды открытых естественных местообитаний: лугов (90 видов, 22,4%; *Alopecurus pratensis, Dactylis glomerata, Festuca pratensis, Geranium pratense, Ranunculus polyanthemos* и др.) и степей (80 видов, 19,9%: *Astragalus austriacus, Allium strictum, Caragana frutex, Stipa pennata, Thymus uralensis* и др.). Их общая доля во флоре составляет 42,3%. Сегетальная и лесная эколого-фитоценотические группы представлены одинаковым числом видов – 47 видов (11,7%). Большое участие во флоре сегетальных видов (*Avena fatua, Brassica campestris, Equisetum arvense, Raphanus raphanistrum, Stachys annua* и др.) связано с тем, что с. Салихово окружено сельскохозяйственными угодьями. Сегетальные виды, массово расселяются по краям полей, откуда проникают в рудеральные местообитания. Высокая представленность лесных видов (*Acer platanoides, Chamaecytisus ruthenicus, Gagea minima, Polygonatum multiflorum, Quercus robur*) во флоре объясняется наличием останцов лесной растительности, а также использованием древесных растений в озеленении. Прочие эколого-фитоценотические группы представлены меньшим числом видов.

2.1.6. Фитосоциологический анализ флоры

Большую информацию о характере флоры дает анализ ее фитосоциологического спектра. Принадлежность вида к ценофлоре класса, по системе Ж. Браун-Бланке, является наиболее общей характеристикой, отражающей его экологию, фитоценологию и географию (Миркин,

Наумова, 2014). Фитосоциологический спектр позволяет оценить современную экологическую структуру флоры и степень ее адвентизации (Наумова, Хусаинов, 2010). Этот спектр строится на основе учета соотношения видов, представляющих ценофлоры разных классов растительности. Такой анализ – трудная часть характеристики флоры, однако он дает наиболее полное представление об экологических особенностях анализируемой флоры.

В табл. 10 показан фитосоциологический спектр изученной флоры. В состав ценофлор включены не только диагностические виды класса, но и виды, входящие в состав синтаксонов более низкого ранга (прил. 3). Из табл. 10 видно, что виды классов естественной растительности составляют более половины флоры (227 видов – 56,5%), это указывает на сохраняющуюся высокую роль зонального типа растительности в процессе антропогенного флорогенеза. Для сообществ естественной растительности характерно усиление роли антропотолерантных видов в составе степных (*Festuca valesiaca, Stipa capillata, Oxytropis pilosa,* и др.) и луговых (*Astragalus cicer, Trifolium pratense, Sanguisorba officinalis* и др.) сообществ, а также их обогащение синантропными видами (*Polygonum aviculare, Lepidium ruderale, Artemisia austriaca* и др.).

Приведем примеры видов ценофлор классов и порядков, включенных в табл. 10:

– класс ***Molinio-Arrhenatheretea*** (67 видов – 16,6%): *Alopecurus pratensis, Campanula patula, Dactylis glomerata, Festuca pratensis, Stellaria graminea* и др.;

– класс ***Festuco-Brometea*** (67 видов – 16,6%): *Agropyron pectinatum, Artemisia sericea, Carex praecox, Fragaria viridis,* виды рода *Stipa, Agropyron pectinatum, Artemisia sericea, Carex praecox, Fragaria viridis* и др.;

– класс ***Phragmito-Magnocaricetea*** (31 вид – 7,7%): *Carex acuta*, *Epilobium tetragonum, Mentha arvensis, Persicaria amphibia, Phragmites australis* и др.;

– класс ***Querco-Fagetea*** (26 видов – 6,4%): *Aconitum lycoctonum, Anemomoides ranunculoides, Betula pendula, Corylus avellana, Tilia cordata* и др.;

– класс ***Salicetea purpurea*** (11 видов – 2,7%): *Calystegia sepium, Glechoma hederacea, Humulus lupulus, Populus nigra, Salix alba* и др.;

– класс ***Alnetea glutinosae*** (1 вид – 0,2%): *Alnus incana*;

– класс ***Trifolio-Geranietea sanguinei*** (13 видов – 3,2%): *Campanula bononiensis, Galium tinctorium, Inula hirta, Lathyrus pisiformis, Nepeta pannonica* и др.;

– класс ***Potametea*** (3 вида – 0,7%): *Elodea canadensis, Potamogeton filiformis, Potamogeton lucens;*

– класс ***Lemnetea*** (2 вида – 0,5%): *Lemna minor, Lemna trisulca*.

– класс ***Festuco-Puccinellietea*** (3 вида – 0,7%): *Amoria fragifera, Artemisia rupestris, Atriplex prostrata* и класса ***Scorzonero-Juncetea gerardii*** – влажных лугов на засоленных почвах (3 вида – 0,7%) – *Juncus gerardii, Scorzonera austriaca, Taraxacum bessarabicum*.

Таблица 10

Фитосоциологический спектр флоры

Классы, порядки	**Число видов/%**
Виды естественных классов	
Molinio-Arrhenatheretea – вторичные послелесные луга	67/16,6
Festuco-Brometea – степи	67/16,6
Phragmito-Magnocaricetea – околоводные сообщества	31/7,7
Querco-Fagetea – широколиственные леса	26/6,4
Trifolio-Geranietea sanguinei – сообщества ксеротермных опушек	13/3,2
Salicetea purpureae – пойменные леса	11/2,7
Festuco-Puccinnelietea – степные и луговые сообщества на засоленных и солонцовых почвах	3/0,7
Scorzonero-Juncetea gerardii – влажные луга на засоленных почвах	3/0,7
Potametea – сообщества прикрепленных к дну растений с плавающими на поверхности или погруженными листьями	3/0,7
Lemnetea – сообщества плейстофитов	2/0,5
Alnetea glutinosae – низинные эутрофные черноольховые и пушицеберезовые заболоченные леса, заросли *Salix cinerea* на торфянистой почве	1/0,2
Всего	**227/56,5**
Виды синантропных классов и порядков	
Stellarietea mediae – сообщества сорно-полевых и рудеральных малолетников	58/14.4
Onopordetalia acanthii – рудеральные сообщества высокорослых ксеромезофитных сорных видов	25/6,2
Polygono arenastri-Poëtea annuae – сообщества вытаптываемых и перевыпасаемых местообитаний	14/3,5
Artemisietalia vulgaris – высокорослые рудеральные сообщества дву- и многолетних мезофитных сорных видов	12/2,9
Bidentetea tripartitae – синантропные сообщества нарушенных переувлажненных местообитаний	7/1,7
Agropyretalia repentis – рудеральные многолетние злаковники	6/1,5
Galio-Urticetea – нитрофильные сообщества затененных мест и опушек в лесопарках, скверах, поймах рек	5/1,2
Robinietea – городская спонтанная древесная растительность	3/0,7
Polygono-Artemisietea austriacae – устойчивые к выпасу и вытаптыванию сообщества низкорослых ксерофитов	2/0,5
Epilobietea angustifolii – сообщества вырубок и гарей	1/0,2
Всего	**133/33**
Прочие виды	**42/10,3**
Всего видов	**402/100**

В составе флоры значительную часть представляют виды синантропных классов и порядков (133 вида – 33%).

– класс ***Stellarietea mediae*** (58 видов – 14,4%): *Amaranthus blitoides, Atriplex patula, Camelina microcarpa, Raphanus raphanistrum, Sonchus arvensis* и др.;

– класс ***Artemisietea vulgaris*** (43 вида – 10,7%):

– порядок ***Onopordetalia acanthii*** (25 видов – 6,2%): *Artemisia austriaca, Berteroa incana, Bunias orientalis, Cichorium intybus, Picris hieracioides* и др.;

– порядок ***Artemisietalia vulgaris*** (12 видов – 2,9%): *Arctium lappa, Artemisia vulgaris, Leonurus quinquelobatus, Nepeta cataria;*

– порядок ***Agropyretalia repentis*** (6 видов – 1,5%): *Calamagrostis epigeios, Elytrigia repens, Falcaria vulgaris, Poa angustifolia, Tussilago farfara* и др.;

– класс ***Polygono arenastri-Poëtea annuae*** (14 видов – 3,5%): *Agrostis stolonifera, Amoria repens, Chenopodium glaucum, Inula britannica, Lepidotheca suaveolens* и др.;

– класс ***Polygono-Artemisietea austriacae*** (2 вида – 0,5%): *Alyssum turkestanicum, Bassia sedoides*;

– класс ***Bidentetea tripartitae*** (7 видов – 1,7%): *Bidens tripartita, Epilobium montanum, Myosoton aquaticum, Persicaria mitis, Ranunculus sceleratus* и др.;

– класс ***Galio-Urticetea*** (5 видов – 1,2%): *Echinocystis lobata*, *Mentha longifolia, Saponaria officinalis, Urtica dioica, Veronica chamaedrys*;

– класс ***Robinietea*** (3 вида – 0,7%): *Acer negundo, Chelidonium majus, Lapsana communis*;

– класс ***Epilobietea angustifolii*** (1 вид – 0,2%): *Chamaenerion angustifolium.*

Виды флоры с неопределенным фитосоциологическим статусом (входят в состав сообществ нескольких классов или не имеют фитосоциологической приуроченности) включены в группу «прочие виды» (42 вида – 10,3%).

Синантропная часть флоры отражает влияние человека и специфику климата района. Ряд видов широко распространен в сообществах всех синантропных классов по причине сухости, прогреваемости и слабого засоления практически всех местообитаний независимо от характера и степени антропогенного воздействия. Это такие виды, как *Lepidium ruderale, Erysimum cheiranthoides, Fallopia convolvulus, Elytrigia repens, Camelina microcarpa, Atriplex tatarica, Agropyron pectinatum, Taraxacum officinale, Polygonum arenastrum, Melilotus officinalis* (Наумова, Хусаинов, 2010).

Кроме того, из-за недостаточности площадей для выпаса весь скот пасется на влажных лугах и прибрежно-водных сообществах. Крупный

рогатый скот копытами разрушает дернину, происходит закочкаривание, обеднение естественной флоры и разрастание непоедаемых горьких растений классов ***Bidentetea tripartitae*** и ***Stellarietea mediae***, что ведет к усилению процесса синантропизации.

Те виды флоры, которые входят в состав сообществ нескольких классов или не имеющие фитосоциологической приуроченности, включены в группу «прочие виды» (42 вида – 10,3%).

2.1.7. Биогеографический анализ флоры

Главным фактором, определяющим географическое распространение видов, является климат, который изменяется вдоль широтного градиента вследствие изменения угла падения солнечных лучей и в меридиональном направлении в связи с удаленностью от океана. Широтные изменения отражаются системой природных зон, а меридиональные – секторами. Эти две оси изменения называют биогеографическими координатами и в их пространстве выявляют закономерности географического распространения видов. В соответствии с положением в системе биогеографических координат виды объединяются в широтные и долготные группы. По отношению видов к широтным и долготным группам составлены спектры долевого участия (табл. 11 и 12).

Из табл. 11 очевидно, что во флоре преобладают плюризональные виды (269 видов, 66,9%), что связано, с одной стороны – с интразональными местообитаниями (*Alisma plantago-aquatica, Epilobium montanum, Veronica anagallis-aquatica* и др.), с другой – с усилением влияния человека, которое проявилось в увеличении доли синантропных видов с широким ареалом распространения (*Amaranthus retroflexus, Atriplex sagittata, Sonchus arvensis* и др.).

Таблица 11

Структура флоры по составу широтных групп видов

Широтная группа	Число видов/%
Плюризональная	269/66,9
Лесостепная-степная	43/10,7
Лесостепная	30/7,5
Степная	26/6,5
Неморальная	22/5,5
Неморально-бореальная	9/2,2
Неморально-лесостепная	2/0,5
Бореальная	1/0,2
Всего	**402/100**

Высокая представленность атропотолерантных лесостепных-степных (43 вида, 10,7% –*Astragalus onobrychis, Echinops sphaerocephalus, Silene chlorantha* и др.), лесостепных (30 видов, 7,5% – *Astragalus cicer, Centaurea scabiosa, Veronica prostrata* и др.) и степных (26 видов, 6,5% – *Caragana*

frutex, Echinops crispus, Stipa tirsa и др.) видов указывает на их зональную приуроченность и способность выдерживать антропогенный пресс. Невысокое число видов неморальной (22 вида, 5,5% – *Aconogonon alpinum, Anemomoides ranunculoides, Anthriscus sylvestris, Campanula trachelium, Convallaria majalis* и др.) и неморально-бореальной (9 видов, 2,2% – *Aconitum lycoctonum, Aegopodium podagraria, Carex vulpina, Geranium pratense, Lathyrus vernus* и др.) связано с наличием более увлажненных экотопов.

В спектре флоры по долготным группам (табл. 12) видно преобладание евразиатских видов (263 вида – 65,4%) – *Achillea millefolium, Dianthus versicolor, Rumex confertus* и др. Это естественно, так как исследуемая флора находится на границе Европы и Азии.

Таблица 12

Структура флоры по составу долготных групп видов

Долготная группа	Число видов / %
Евразиатская	263/65,4
Плюрирегиональная	101/25,1
Европейская	24/6
Евросибирская	11/2,7
Азиатская	3/0,7
Всего	**402/100**

Высокое число плюрирегиональных видов (101 вид – 25,1%) – *Amaranthus retroflexus, Equisetum arvense, Thlaspi arvense* и др. связано с усилением влияния человека и повышением доли рудеральных видов-адвентов с обширным ареалом, которые характеризуются произрастанием в условиях интенсивного антропогенного влияния. Европейская группа включает 24 вида (6%) – *Centaurea cyanus, Corylus avellana*, *Hedysarum grandiflorum*, евросибирская – 11 видов (2,7%) – *Betula pendula, Campanula patula, Salix viminalis* и др. Азиатские виды представлены единичными экземплярами.

2.2. Ресурсные виды в составе флоры

Результатам изучения ресурсных видов флоры Башкортостана посвящена большая часть литературы (Кучеров и др., 1989; Федоров и др., 2013). Растения по своим полезным свойствам подразделяются на кормовые, пищевые, лекарственные, медоносные, жирно-масличные, сахароносные, дубильные, технические, красильные, перганосные, декоративно-озеленительные, мелиоративные и т.д. Одно и то же растение часто входит в число разных ресурсных групп (является кормовым, пищевым, лекарственным, декоративным, медоносным и др.).

В составе флоры территории с. Салихово и его окрестностей насчитывается значительное количество хозяйственно ценных растений

(табл.13). Рассмотрим основные группы ресурсных растений.

2.2.1. Медоносные растения

Медоносы. Пчеловодство – это наиболее древняя и традиционная отрасль хозяйства башкир. Основную кормовую базу пчел в нашей республике составляют растения дикой флоры, в том числе встречающиеся на территории населенных пунктов.

Таблица 13

Ресурсная характеристика флоры территории с. Салихово и его окрестностей

Хозяйственная группа	Число видов	
	абсолютное	%
Медоносные	218	54,2
Кормовые	160	39,8
Лекарственные	151	37,5
Пищевые	81	20,1
Декоративные	81	20,1
Красильные	72	17,9
Ядовитые	65	16,2
Дубильные	31	7,7
Эфироносные	25	6,2
Жиромасличные	23	5,7
Перганосные	21	5,2
Поделочные	19	4,7
Инсектицидные	18	4,5
Технические	15	3,7
Древесинные	12	2,9
Целлюлозоносные	10	2,5
Пряноароматические	9	2,2
Волокнистые	6	1,5
Сахароносные	1	0,2

К медоносам относятся растения, с которых пчелы собирают нектар и пыльцу. Из нектара пчелы получают сахар (углеводы), а из пыльцы – белок и жир. На территории села и его окрестностей много медоносов – 218 видов (54,2%). В их числе *Amoria repens, Arctium lappa, Centaurea scabiosa, Medicago falcata, Melilotus albus, M. officinalis, Phlomoides tuberosa, Trifolium pratense* и др. Основными источниками пыльцы для пчел являются те же растения, с которых они берут взяток нектара. Медоносы различаются по времени цветения.

Весенние медоносы. В составе этой группы есть деревья, кустарники и травы. Наиболее важные медоносы: *Acer platanoides, Padus avium,* виды рода *Salix, Adonis vernalis, Aegopodium podagraria, Anthriscus sylvestris, Glechoma hederacea, Lathyrus vernus. Onosma simplicissima, Pulmonaria obscura, Taraxacum officinale, Tussilago farfara*.

Летние медоносы. Это самая разнообразная группа видов, которую

возглавляет липа *Tilia cordata* – главный медонос Башкортостана. Кроме липы, из древесно-кустарниковых растений к летним медоносам относятся *Rubus idaeus* и *Cerasus fruticosa*. Разнообразны летние медоносы среди трав: *Rubus caesius, Trifolium medium, T. pratense, Cichorium inthybus, Filipendula ulmaria, F. vulgaris, Geranium pratense, Onobrychis sibirica, Salvia verticillata, S. stepposa, Centaurea scabiosa, Echinops sphaerocephalus, Phlomoides tuberosa, Thymus marschallianus, Amoria montana, Melilotus officinalis, Berteroa incana, Capsella bursa-pastoris, Carduus crispus, Dracocephalum thymiflorum, Pastinaca sylvestris*. Есть медоносы и среди сегетальных сорных растений – *Galeopsis ladanum, Raphanus raphanistrum, Sinapis alba, S. arvensis, Sonchus arvensis, S. asper, S. oleraceus*.

Летне-осенние медоносы. Среди этих растений есть и летние виды с продленным сроком цветения. В состав этой группы входят лесные (*Chamerion angustifolium*), луговые (*Achillea millefolium, Amoria repens*), степные (*Medicago falcata, Salvia verticillata*) и рудеральные (*Arctium lappa, A. tomentosum, Bidens tripartita, Echium vulgare, Galeopsis bifida, Melilotus albus*) виды. Хороший летне-осенний медонос – *Lythrum salicaria*, произрастающий по берегам водоемов.

Осенние медоносы. Группа настоящих позднецветущих растений невелика. В ее составе *Carduus crispus, Knautia arvensis, Leontodon autumnalis, Stachys annua* и др.

Перганосы (21 вид – 5,2%). Пергой (от перга – пыльца) называется пыльца растений, собранная медоносной пчелой, уложенная в ячейки сотов и залитая медом. Пыльцу дают все растения, включая те, с которых пчелы берут нектар, но особенно богаты пыльцой ветроопыляемые растения, они являются главными перганосами. По времени цветения перганосы разделяются на две группы.

Весенние перганосы. Эта группа представлена в основном деревьями и кустарниками – *Alnus incana, Betula pendula, Corylus avellana, Populus nigra, P. tremula, Ulmus glabra, Quercus robur*. Весной пчелы собирают пыльцу и с трав – *Cannabis ruderalis, Humulus lupulus, Typha angustifilia, T. latifolia*, видов рода *Rumex*.

Летние и осенние перганосы. Эта группа представлена травами – разные виды родов *Artemisia* и *Atriplex, Amaranthus retroflexus*. Иногда пчелы заготавливают пыльцу с цветков злаков.

2.2.2. Кормовые растения

Кормовыми называются растения, которые используются как пищевой ресурс для сельскохозяйственных животных. Эти растения связаны с растительными сообществами лугов и степей, которые используются в качестве естественных кормовых угодий – сенокосов и пастбищ. Кроме того, как кормовые используются растения переувлажненных местообитаний – прибрежий озер и рек, а также заболоченных низин. Кормовые растения есть и в составе рудеральных

сообществ на пустырях, по обочинам дорог и полей. Всего в составе флоры с. Салихово и его окрестностей выявлено 160 видов кормовых растений, которые подразделяются на пять хозяйственных групп: злаки, бобовые, разнотравье, осоки, полыни. Виды этих групп различаются по поедаемости и питательности, которая во многом определяется содержанием в них белка. Наиболее богаты белком бобовые растения. Рассмотрим основные группы кормовых растений по типам растительных сообществ.

Кормовые растения лугов. Основу луговых сообществ составляют злаки, участие бобовых сравнительно невелико, но много видов разнотравья,

Злаки. Различаются высокие рыхлокустовые и корневищные злаки, которые называются верховыми (*Agrostis gigantean, Alopecurus pratensis, Bromopsis inermis, Dactylis glomerata, Festuca pratensis, Phleum pratense* и др.). Низкие злаки с плотным кустом и короткими корневищами называются низовыми (*Deschampsia caespitosa, Poa angustifolia, P. pratensis* и др.).

Бобовые. На сенокосных лугах обычно присутствуют *Lathyrus pratensis*, *Trifolium pratense, Vicia cracca,* на пастбищах обычны *Amoria repens, Medicago lupulina*.

Разнотравье. Это очень разнообразная группа растений, в состав которой входят *Carum carvi, Filipendula ulmaria, Geranium pratense, Heracleum sibiricum, Leucanthemum vulgare, Pimpinella saxifraga, Sanguisorba officinalis, Thalictrum simplex* и др. При заготовке сена у разнотравья обламываются листья и тонкие веточки, что снижает их кормовую ценность.

Кормовые растения степных фитоценозов. В степях, как и на лугах, представлены злаки, бобовые и разнотравье, а кроме того – полыни.

Злаки. Самым распространенным злаком степных сообществ является типчак – *Festuca valesiaca*, который устойчив к выпасу и обладает высоким кормовым достоинством. Большую роль играют ковыли – *Stipa korshinskyi, S. lessingiana, S. pennata, S. tirsa,* которые обладают средним кормовым достоинством. Исключение составляет лишь *S. capillata*, кормовое достоинство которого низкое. Кроме того, встречаются *Helictotrichon desertorum, Koeleria cristata* и *Agropyron pectinatum*, все эти злаки имеют среднее кормовое достоинство.

Бобовые. В степных сообществах встречаются *Amoria montana, Medicago falcata, Onobrychis sibirica, Vicia tenuifolia,*. Это растения высокого кормового достоинства. Распространены также виды родов *Asrtagalus, Hedysarum, Oxytropis*, которые имеют среднее кормовое достоинство. *Securigera varia* скотом не поедается.

Разнотравье. В эту группу растений входят *Achillea nobilis, Centaurea scabiosa, Filipendula vulgaris, Phlomoides tuberosa, Salvia*

stepposa, S. tesquicola, Seseli libanotis, Thalictrum minus. Как и луговое разнотравье, степное разнотравье имеет среднее и низкое кормовое достоинство.

Полыни. Главными представителями рода *Artemisia* являются *A. armeniaca, A. austriaca, A. campestris, A. sericea*, которые массово разрастаются на интенсивно используемых пастбищах. Все виды полыни имеют низкое кормовое достоинство и скотом практически не поедаются. Лишь некоторые виды полыни едят овцы.

Кормовые растения ветландов. В сообществах ветландов представлены осоки, злаки и разнотравье. Бобовых практически нет.

Осоки. Различные виды рода *Carex* (*C. acuta, C. cespitosa, C. riparia, C. vesicaria* и др.) плохо поедаются на пастбищах и в сене, однако могут использоваться для приготовления силоса.

Злаки – *Glyceria maxima, Phragmites australis, Phalaroides arundinacea* – могут скашиваться до начала цветения, но качество этого сена невысокое.

Разнотравье. В составе этой группы – *Ranunculus repens, Stachys palustris, Trollius europaeus* и др. Все они ядовиты.

Кормовые растения рудеральных сообществ. В этих сообществах много ценных кормовых растений. К их числу относятся *Amaranthus retroflexus, Atriplex tatarica, Calamagrostis epigeios, Capsella bursa-pastoris, Cirsium setosum, Lactuca serriola, Melilotus albus, M. officinalis, Polygonum aviculare, Sonchus arvensis, Urtica dioica* и др. Подкашивание рудеральных трав может быть источником дополнительного сена, особенно для личного хозяйства.

2.2.3. Лекарственные растения

В научной медицине применяется более 100 видов лекарственных растений, а в народной – в два раза больше. На территории с. Салихово и его окрестностей выявлен 151 вид лекарственных растений. Приведем примеры лекарственных растений по экологическим группам (с указанием частей растений, которые заготавливаются).

Древесные и кустарниковые лесные растения: *Alnus incana* (соплодия), *Betula pendula* (почки, молодые листья), *Padus avium* (плоды), *Quercus robur* (кора с молодых деревьев), *Rosa acicularis* (плоды), *Tilia cordata* (соцветия).

Лесные травы: *Angelica archangelica* (корневища с корнями), *Dryopteris filix-mas* (корневища), *Fragaria vesca* (листья и плоды), *Humulus lupulus* (соплодия).

Луговые травы. В этой группе особенно много лекарственных растений: *Achillea millefolium* (верхняя часть растения в фазе цветения), *Carum carvi* (плоды), *Equisetum arvense* (летние побеги), *Hypericum perforatum* (верхушечная часть стебля с цветками), *Origanum vulgare* (верхняя часть растения в фазе цветения), *Plantago major* (листья),

Polygonum aviculare (надземная часть), *Rumex confertus* (корневища с корнями), *Sanguisorba officinalis* (корневища и корни), *Tanacetum vulgare* (цветочные корзинки), *Taraxacum officinale* (корни), *Valeriana officinalis* (корни и корневища), *Viola tricolor* (надземная часть) и др.

Степные травы. «Аптека» степных сообществ не так богата, как лесных или луговых. Наибольшее значение как источники лекарственного сырья имеют три вида: *Adonis vernalis* (надземная часть), *Echinops crispus* (плоды), *Thymus marschallianus* и *Th. uralensis* (надземная часть).

Растения ветландов. В этих местообитаниях лекарственных растений сравнительно немного: *Mentha aquatica, M. arvensis, M. longifolia* (надземная часть), *Persicaria amphibia* (листья), *P. hydropiper* (надземная часть), и др.

Растения рудеральных местообитаний. Эти лекарственные растения наиболее широко представлены на территории. К их числу относятся: *Arctium tomentosum* и *Taraxacum officinale* (листья, корни и корневища), *Artemisia absinthium* (молодые побеги и листья), *Bidens tripartita* (верхняя часть растения в фазе бутонизации), *Chamerion angustifolium, Urtica dioica*, *Tussilago farfara* и *Plantago major* (листья), *Capsella bursa-pastoris* (надземная часть с зелеными плодами), *Chelidonium majus* (надземная масса в фазе цветения), *Elytrigia repens* (корневища), *Hyoscyamus niger* (листья), *Leonurus quinquelobatus*, *Polygonum aviculare* и *Potentila anserina,* (верхние части растения с цветками), *Lepidotheca suaveolens* (соцветия-корзинки), *Melilotus officinalis* (верхняя часть растения с цветками).

Отметим, что в условиях населенных пунктов заготовку лекарственных растений нужно проводить с большой осторожностью. Нельзя заготавливать лекарственное сырье из загрязненных местообитаний (Наумова, Хусаинов, 2010).

2.2.4. Пищевые растения

Пищевые дикорастущие растения (81 вид) разделяются на несколько групп.

Плодово-ягодные и орехоносные растения. Эти растения произрастают в разных типах растительных сообществ. В лесах и на опушках встречаются *Corylus avellana, Padus avium, Rubus caesius, R. idaeus*. На сухих лугах и степных склонах обычны *Cerasus fruticosa* и *Fragaria viridis*.

«Суповые» растения. Для приготовления супов используются *Aegopodium podagraria, Heracleum sibiricum, Rumex acetosa, R. thyrsiflorus, Urtica dioica* и др.

«Салатные» растения. Для приготовления салатов используются листья *Aegopodium podagraria, Arctium lappa, Atriplex patula, Barbarea vulgaris, Capsella bursa-pastoris, Geum urbanum, Malva pusilla, Polygonum aviculare, Potentilla anserina, Pulmonaria obscura, Sanguisorba officinalis,*

Sonchus oleraceus, Taracaxum officinale, Thlaspi arvense и мн. др. У вида *Bunias orientalis* используются стебли вместе с листьями.

Многие растения употребляются в пищу в свежем виде без приправы, например, *Allium globosum*, произрастающий на остепненных склонах.

Ароматические растения. Многие дикорастущие растения используются как приправа к пище: *Artemisia absinthium, A. vulgaris, Carum carvi, Mentha arvensis, Origanum vulgare, Thymus marschallianus* и др.

Заменители чая и кофе. Хорошим заменителем чайного листа является *Chamerion angustifolium*, в качестве заварки используются также листья *Fragaria viridis* и *Rubus idaeus*. В качестве заменителей кофе используются корни *Arctium lappa* и *Cichorium inthybus*, корневища *Butomus umbellatus* и *Phragmites australis*. Суррогатный кофе готовят из желудей *Quercus robur*.

2.2.5. Декоративные растения

На территории села и его окрестностей декоративные растения представлены 81 видом. Часть их являются беженцами из «культуры» и натурализовавшимися видами, высокая доля которых во флоре объясняется постоянным заносом их зачатков человеком; часть – дикорастущими апофитами. Наиболее часто встречаются *Allium rubens, Allium strictum, Asparagus officinalis, Astragalus cornutus, Eryngium planum, Epilobium hirsutum, Filipendula vulgaris, Hedysarum grandiflorum, Lythrum salicaria, Onobrychis sibirica, Rosa acicularis, Sambucus racemosa, Spiraea crenata, Stipa pennata, Thymus uralensis* и др.

2.2.6. Красильные растения

Ресурсная группа красильных растений представлена 72 видами (17,9%). Среди них наиболее важные – *Alnus incana, Betula pendula, Potentilla anserina, Quercus robur, Thalictrum minus* и др.

2.2.7. Ядовитые растения

На территории села и в его окрестностей встречается 65 видов ядовитых растений.

Среди степных трав ядовитыми являются *Adonis vernalis, Asparagus officinalis, Euphorbia seguieriana, Thalictrum minus, Vincetoxicum albowianum* и др., а среди луговых – *Galium boreale, Linaria vulgaris, Ranunculus acris, R. auricomus, Rumex confertus* и др.

Ядовитые растения ветландов – *Equisetum fluviatile, Ficaria verna*, *Galium mollugo, Ranunculus sceleratus, Trollius europaeus* и др.

На месте сведенных широколиственных лесов часто встречаются такие ядовитые виды растений, как *Aconitum lycoctonum, Anemone sylvestris, Anemonoides ranunculoides, Convallaria majalis, Polygonatum multiflorum* и др.

Много ядовитых растений среди сегетальных сорных видов. К ним относятся *Chelidonium majus*, *Consolida regalis, Galeopsis bifida,*

Hyoscyamus niger, Solanum kitagawae.

Кроме того, с невысокой долей встречаются растения следующих ресурсных групп: дубильные, эфироносные, жиромасличные, поделочные, инсектицидные, технические, древесинные, целлюлозоносные, пряноароматические, волокнистые, сахароносные.

2.3. «Краснокнижные» виды растений в составе флоры

В изученной флоре выявлено пять видов, занесенных в «Красную книгу Республики Башкортостан» (Красная книга, 2011). Это – *Astragalus cornutus* Pall., *Hedysarum grandiflorum* Pall., *Stipa korshinskyi* Roshev., *S. lessingiana* Trin. et Rupr., *S. pennata* L.

***Astragalus cornutus* Pall.** (астрагал рогоплодный, семейство Fabaceae). Категория и статус: 3 – редкий вид, для выживания которого необходимо принятие специальных мер охраны.

Полукустарник 30–80 (150) см высотой. Стволики ветвистые, покрыты серовато-бурой отслаивающейся корой. Ветви стволика довольно тонкие, прямостоячие. Годичные стебли 5–25 см длиной, бороздчатые. Листья 5–9 см длиной с (3) 6–9 парами линейных листочков. Цветоносы равные по длине листьям. Соцветие почти головчатое. Чашечка трубчатая, 10–16 мм длины, волосистая. Венчик пурпурно-фиолетовый, 18–20 мм длины. Бобы сидячие, головчато-скученные, линейно-продолговатые, двугнездные, 10–16 мм длины, 3–3,5 мм ширины.

Рис. 2. *Astragalus cornutus* Pall.

Цветет в мае – июне. Опыляется пчелами и шмелями. Плодоносит в

июле – августе. Характеризуется низкой реальной семенной продуктивностью. Размножается семенами.

Мезоксерофит. Встречается в луговых, настоящих и кустарниковых степях. На исследуемой территории вид встречается на обнажениях известняков и мергелей, крутосклоне холма (гора Абдулла) южной, восточной и западной экспозиции. Растет небольшими группами и одиночными растениями. Эта популяция уязвима из-за малочисленности. Уязвимость вида связана с его низкой конкурентной способностью. Кроме того, растениям угрожает чрезмерный выпас и уничтожение местообитаний при добыче гравия.

Hedysarum grandiflorum **Pall.** (копеечник крупноцветковый, семейство Fabaceae*).* Категория и статус: 3 – редкий вид, для выживания которого необходимо принятие специальных мер охраны. В РБ вид находится на восточной границе ареала.

Многолетнее травянистое растение 25–40 см высотой. Стебли неразвитые или сильно укороченные, 3–5 см длины. Листья продолговатые или широкоовальные, листочки 2–5-парные, эллиптические, около 20–30 мм длины, 12–15 мм ширины, сверху зеленые, снизу густосеребристошелковистые.

Рис. 3. *Hedysarum grandiflorum* Pall.

Цветоносы немного превышают листья. Чашечка короче венчика,

зубцы чашечки в несколько раз длиннее трубки. Венчик бледно-желтый или бледно-розовый (при сушке желтеющий), 20–25 мм дл. Боб 2–4-членный, членики почти округлые, сетчаторебристые, опушенные. Цветет в мае – июле. Опыляется насекомыми. Плодоносит в июле – августе. Размножается семенами.

Мезоксерофит, петрофит, кальцефил. Популяция многочисленная, с преобладанием генеративных растений. Вид обнаружен на южных, восточных и западных крутосклонах горы Абдулла.

***Stipa korshinskyi* Roshev.** (ковыль Коржинского, семейство Poaceae*).* Категория и статус: 3 – редкий вид, для выживания которого необходимо принятие специальных мер охраны. Редкое растение Южного Урала.

Многолетнее травянистое растение, образующее плотные дерновины. Стебли высотой 25–60 см. Листья вегетативных побегов щетиновидные, диаметром 0,3–0,6 м снаружи голые или слабошероховатые, с внутренней стороны с шипиками, многочисленные, достигают 1/3 или половины длины стебля. Метелки 10–20 см длиной, узкие, сжатые. Соцветие – узкая сжатая метелка длиной 10–20 см. Колоски одноцветковые. Колосковые чешуи узколанцетные, шиловидно-заостренные, длиной 12–16 мм. Нижние цветковые чешуи длиной 8–9мм, покрыты волосками, не образующими четких продольных рядов, с коронкой на основании ости. Ости 7–12 см длиной, дважды коленчато согнутые, покрытые короткими волосками длиной 0,2–0,6 мм. Цветет в июне–августе.

Рис. 4. *Stipa korshinskyi* Roshev.

Ксерофит. Произрастает в различных вариантах каменистых и

типичных степей на щебнистых или карбонатных черноземах, чаще на почвах с легким механическим составом. Встреченная популяция произрастает на выпасаемых, эродированных, каменистых склонах (гора Абдулла). В последние годы наблюдается восстановление популяции вида из-за снижения пастбищной нагрузки вследствие уменьшения поголовья скота.

Лимитирующими факторами являются: узкая экологическая амплитуда; низкая семенная продуктивность; нарушение и уничтожение местообитаний при чрезмерном выпасе.

Stipa lessingiana **Trin. et Rupr.** (ковыль Лессинга, семейство Poaceae). Категория и статус: 3 – редкий вид, для выживания которого необходимо принятие специальных мер охраны. Редкое растение Южного Урала.

Многолетний плотнодерновинный злак до 60 см высоты. Листья серовато-зеленые, вдоль сложенные, до 0,6 мм в диаметре, снаружи шероховатые от острых бугорков и щетинок, покрытые с внутренней стороны очень короткими волосками или сосочками.

Рис. 5. *Stipa lessingiana* Trin. et Rupr.

Влагалища голые, несколько длиннее междоузлий. Язычки вегетативных побегов до 0,3 мм длины. Ости 12–25 см длины, с волосками до 3,5 мм длины. Нижняя цветковая чешуя 8–10 мм длины, сплошь волосистая. Цветет в мае-июне. Опыляется ветром. Плодоносит в июле-

августе. Размножение семенное. Семена относятся к группе семян с очень слабым прорастанием, разносятся ветром и животными.

Ксерофит. Переходный вид от факультативных к облигатным кальцефилам (Лавренко, 1980).

В окрестностях СООЦ «Салихово» вид встречается на крутосклонах южной, восточной и западной экспозиции, на территории кладбища и в присельных выгонах.

Лимитирующие факторы: нарушение и уничтожение местообитаний при чрезмерном выпасе и распашке.

***Stipa pennata* L.** (ковыль перистый, семейство Poaceae). Категория и статус: 3 – редкий вид. Редкое растение Урала и Приуралья.

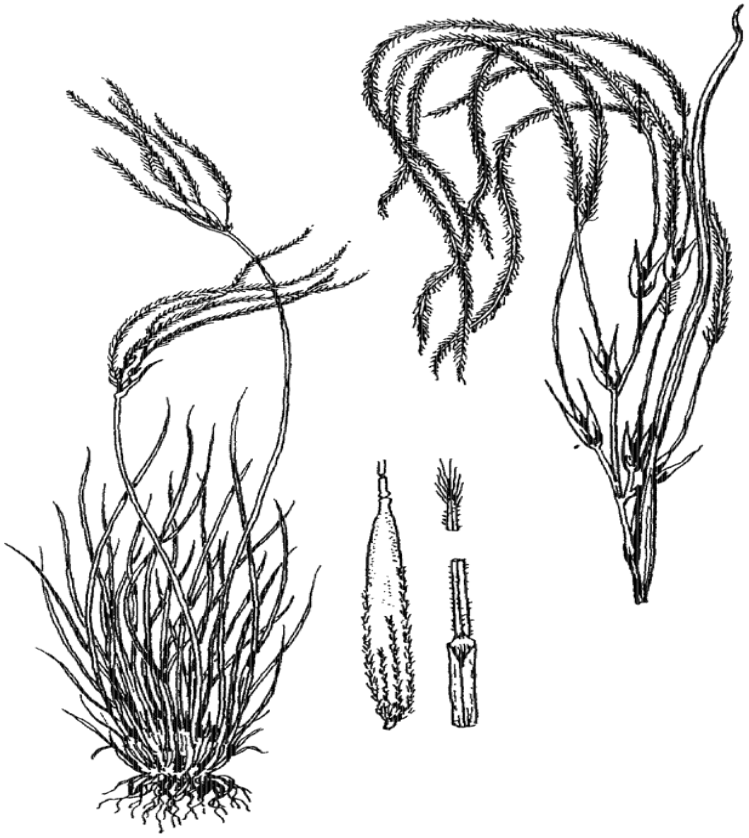


Рис. 6. *Stipa pennata* L.

Травянистый плотнодерновинный многолетник до 1 м высоты. Листовые пластинки в молодом состоянии плоские, до 3 мм ширины, позже – вдоль свернутые. Листья снаружи шероховатые или гладкие, с внутренней стороны покрыты короткими шипиками, реже – с примесью волосков. Молодые листья на верхушке с кисточкой волосков. Язычок листа продолговатый, до 3 мм длины. Соцветие – сжатая метелка с 6–20 колосками. Нижние цветковые чешуи около 17 мм длины, краевая полоска волосков на 1,3–5 мм не доходит до основания ости. Ость 25–35 см, перистая, с волосками около 5 мм. Цветет в мае – июне. Опыляется ветром. Плодоносит в июле – августе. Размножается семенами. Семена относятся к

группе семян со слабым прорастанием, разносятся ветром и животными.

Мезоксерофит. Основной доминирующий вид луговых степей, встречается также в составе разнотравно-типчаково-ковыльных степей, произрастает по опушкам широколиственных лесов, в зарослях степных кустарников, на каменистых склонах с выходами карбонатных пород. Встречается в редких степных растительных сообществах.

Самый обычный вид среди ковылей, встречается почти по всей РБ.

В окрестностях СООЦ «Салихово» вид встречается на крутосклонах южной, восточной и западной экспозиции, на территории кладбища и в присельных выгонах.

Лимитирующие факторы: неустойчивость к сильному выпасу, низкие семенная продуктивность и конкурентоспособность. Удовлетворительно переносит сенокошение.

ГЛАВА 3. РАСТИТЕЛЬНОСТЬ ТЕРРИТОРИИ СООЦ «САЛИХОВО» И ЕГО ОКРЕСТНОСТЕЙ

Как отмечалось в главе 1, СООЦ «Салихово» расположен в зоне лесостепи. Лесная растительность в окрестностях Салихово занимала равнинные территории и северные склоны увалов, в настоящее время эти земли либо освоены под пашню, либо на них сформировалась растительность вторичных лесов. Степные сообщества сохранились только по неудобным для освоения в пашню склонам южной, западной и восточной экспозиции.

3.1. Степная растительность

Степные растительные сообщества сформированы многолетними злаками из числа ксерофитов (*Festuca valesiaca, Poa transbaicalica, Stipa capillata, Stipa korshinskyi, Stipa pennata* и др.) при участии видов разнотравья (*Erigeron podolicus, Achillea millefolium, Amoria montana, Dianthus versicolor, Galium album* и др.). Эти сообщества относятся к подтипу луговых степей. Для сохранения степных сообществ необходимо регулярное отчуждение фитомассы (умеренный выпас скота или сенокошение). При отсутствии использования степи зарастают кустарниками, при сильном выпасе – происходит процесс пастбищной дигрессии и формируются маловидовые низкотравные сообщества с доминированием *Festuca valesiaca* при участии *Artemisia austriaca*.

В окрестностях СООЦ «Салихово» представлены три основных варианта степей (прил. 5):

– разнотравно-ковыльная степь. Это наиболее богатые видами сообщества: на площадке 100 м^2 можно встретить 46 видов;

– петрофитнаяый вариант степи. Такие степи связаны с маломощными хрящеватыми почвами. В составе группы петрофитов

встречаются *Allium rubens, Alyssum tortuosum, Astragalus austriacus, Centaurea dobroczaevae, Hedysarum grandiflorum, Polygala sibirica* и др.;

– кустарниковая степь. Вследствие недостаточного использования в сообщества внедрились кустарники: *Caragana frutex, Cerasus fruticosa, Spiraea crenata* и др.).

В табл. 14 приведены списки наиболее постоянных видов для трех указанных вариантов степи. Для каждого вида указан класс постоянства (I – до 20%, II – 21-40%, III – 41-60%, IV – 61-80%, V – более 80%). Для доминантов указаны интервалы обилия в соответствии со шкалой, приведенной в разделе 4.3.

Таблица 14

Виды высокого постоянства представленные в трех вариантах степной растительности

Характеристика	**Вариант степной растительности**		
	разнотравно-ковыльная	**кустарниковая**	**петрофитная**
Число описаний	5	5	5
Среднее число видов в сообществе	46	38	48
Виды			
Filipendula vulgaris	V^2	V	II
Salvia stepposa	V	V	IV
Stipa capillata	V	V	V
Nonea rossica	IV	III	V
Thalictrum flavum	IV	III	I
Fragaria viridis	V^2	V	
Galium verum	V	V	
Medicago falcata	V	V	
Pimpinella saxifraga	V	V	
Poa transbaicalica	V	V	
Phlomoides tuberosa	V	V	
Achillea millefolium	V	V	
Amoria montana	V	V	
Dianthus versicolor	V	V	
Plantago urvillei	IV	IV	
Eremogone longifolia	IV	IV	
Adonis vernalis	III	V	
Astragalus danicus	III	III	
Thalictrum minus	III	IV	
Verbascum lychnitis	III	III	
Gypsophila altissima	IV		V
Koeleria cristata	IV		III
Campanula sibirica	III		III
Galium album	III		II
Caragana frutex		V^{4-5}	III

Продолжение таблицы 14

Artemisia sericea		III	V
Echinops crispus		III	V
Oxytropis pilosa		III	II
Pedicularis uralensis		III	IV
Scorzonera purpurea		II	II
Stipa pennata	V^{3-4}		
Thymus marschallianus	V		
Centaurea scabiosa	V		
Festuca valesiaca	V		
Poa pratensis	V		
Potentilla argentea	V		
Sanguisorba officinalis	V		
Stipa lessingiana	V		
Campanula bononiensis	IV		
Falcaria vulgaris	IV		
Galium boreale	IV		
Vicia tenuifolia	IV		
Pilosella echioides	IV		
Nepeta pannonica	III		
Onobrychis sibirica	III		
Senecio jacobaea	III		
Vicia cracca	III		
Knautia arvensis	II		
Euphorbia virgata	II		
Rumex thyrsiflorus	II		
Scabiosa ochroleuca	II		
Artemisia marschalliana		V	
Bromopsis inermis		V	
Cerasus fruticosa		V	
Elytrigia repens		V	
Eryngium planum		V	
Falcaria vulgaris		V	
Galatella angustissima		V	
Silaum silaus		V	
Spiraea crenata		V	
Stipa pennata		V	
Anemone sylvestris		III	
Genista tinctoria		II	
Alyssum tortuosum			V
Artemisia marschalliana			V
Centaurea sibirica			V
Euphobia seguieriana			V
Festuca pseudovina			V
Galium tinctorum			V
Hedysarum grandiflorum			V
Onosma simplicissima			V
Scabiosa isetensis			V

Окончание таблицы 14

Scorzonera austriaca			V
Thymus uralensis			V
Allium rubens			IV
Allium strictum			IV
Astragalus austriacus			IV
Carex praecox			IV
Ephedra distachya			IV
Stipa korshinskyi			IV
Veronica spicata			IV
Allium globosum			III
Astragalus onobrychis			III
Ceuntarea pseudomaculosa			III
Helictotrichon desertorum			III
Polygala sibirica			III
Vincetoxicum albowianum			III
Agropyron pectinatum			II
Hieracium virosum			II
Inula hirta			II
Astragalus cornutus			II
Reseda lutea			II
Thesium arvense			II

3.2. Луговая растительность

Луговые растительные сообщества представляют вторичный тип растительности, который формируется на месте сведенного леса. В травяном покрове лугов преобладают злаки – рыхлокустовые, корневищные и плотнокустовые (*Agrostis gigantea, Alopecurus pratensis, Dactylis glomerata, Deschampsia cespitosa, Festuca pratensis, Phleum pratense* и др.). Вместе со злаками в луговые сообщества входят многочисленные виды разнотравья (*Campanula patula, Saponaria officinalis, Prunella vulgaris, Rumex acetosa* и др.) и бобовых (*Astragalus danicus, Lathyrus pratensis, Lotus zhegulensis, Trifolium pratense* и др.). Для лугов, как и для степей, необходимо постоянное использование их в качестве сенокосов или пастбищ. В противном случае луга зарастают лесом. При интенсивном выпасе луговые сообщества деградируют и на их месте формируются сообщества с преобладанием пастбищного низкотравья – *Amoria repens, Plantago media, Pl. major, Potentilla anserina, Taraxacum officinale* и др. На сухих пастбищах обычно доминирует *Poa angustifolia*, на влажных – *Deschampsia cespitosa*.

Различают два основных варианта лугов – остепненные и настоящие. Остепненные луга формируются при периодическом пересыхании почвы, и потому в их состав входят степные виды (*Carex praecox, Centaurea scabiosa, Eryngium planum, Salvia stepposa, Veronica spicata* и др.). Такие луга встречаются на присельных выгонах в северной и северо-восточной

части исследуемой территории, где свободно пасутся ягнята и на привязи – телята и лошади.

Настоящие луга распространены в условиях устойчивого увлажнения почвы и представлены кострецовыми и овсяницевыми сообществами. Кострецовые луга занимают прирусловые участки реки Уза. В настоящее время проведено их коренное улучшение с подсевом *Bromopsis inermis,* и они используются как частные сенокосы и, частично, как пастбища.

В табл. 15 приведена краткая характеристика этих лугов.

Таблица 15

Виды высокого постоянства, представленные в сообществах остепненных и настоящих лугов

Вариант луговой растительности	**кострецовый**	**остепненный**	**овсянницевый**
Число описаний	**5**	**5**	**5**
Число видов в сообществе	**32**	**38**	**22**
Виды			
Achillea millefolium	V	V	V
Elytrigia repens	II	V	V
Plantago media	II	III	III
Amoria montana	V	V	
Centaurea scabiosa	V	V	
Euphorbia virgata	V	V	
Fragaria viridis	V	V	
Galium verum	IV	V	
Astragalus cicer	IV	III	
Echium vulgare	IV	III	
Festuca valesiaca	III	V^2	
Lavatera thuringiaca	II	III	
Festuca pratensis	V		V^3
Taraxacum officinale	V		V^2
Potentilla argentea	V		V
Bromopsis inermis	V^{3-4}		
Poa pratensis	V^2		
Rumex confertus	V		
Astragalus danicus	V		
Bunias orientalis	V		
Cichorium intybus	V		
Convolvulus arvensis	V		
Galium album	V		
Linaria vulgaris	V		
Vicia cracca	V		
Arctium tomentosum	III		
Falcaria vulgaris	III		
Cirsium setosum	II		
Echinops sphaerocephalus	II		

Продолжение таблицы 15

Picris hieracioides	II		
Rumex thyrsiflorus	II		
Gentiana pneumonanthe	I		
Filipendula vulgaris		V^{2-3}	
Thymus marschallianus		V^{2}	
Koeleria cristata		V	
Medicago falcata		V	
Nonea rossica		V	
Oxytropis pilosa		V	
Cynoglossum officinale		V	
Phleum phleoides		V	
Phlomoides tuberosa		V	
Pimpinella saxifraga		V	
Poa pratensis		V	
Salvia stepposa		V	
Stipa capillata		V	
Diantus versicolor		IV	
Eremogone longifolia		IV	
Galium tinctorum		IV	
Verbascum lychnitis		IV	
Adonis vernalis		III	
Knautia arvensis		III	
Knautia arvensis		III	
Pedicularis uralensis		III	
Ranunculus acris		III	
Rhinanthus minor		III	
Scorzonera purpurea		III	
Stipa pennata		III	
Rumex crispus		II	
Amoria fragifera			V^{2}
Agrostis gigantea			V
Amoria repens			V
Cichorium intybus			V
Deschampsia cespitosa			V
Juncus gerardii			V
Leontodon autumnalis			V
Medicago lupulina			V
Plantago major			V
Xanthium albinum			V
Ranunculus polyanthemos			III
Ranunculus repens			III
Potentilla anserina			II
Agrostis stolonifera			II
Alopecurus pratensis			II
Tussilago farfara			II

В сообществах прирусловых лугов основным доминантом является

Bromopsis inermis. Виды из семейства бобовых представлены *Astragalus cicer, Astragalus danicus, Vicia cracca* и др. Самым характерным видом разнотравья является *Rumex confertus*.

Овсяницевые луга занимают первую (низкую) ступень поймы над меженным уровнем воды, где часто наблюдается поднятие грунтовых вод и даже подтопление. Здесь формируются луга из *Festuca pratensis, Agrostis gigantea, Alopecurus pratensis, Deschampsia cespitosa, Agrostis stolonifera.* Вследствие интенсивного выпаса, при пастбищной дигрессии формируются низкотравные сообщества из слабопоедаемых и выдерживающих вытаптывание видов: *Amoria fragifera, A. repens, Juncus gerardii, Leontodon autumnalis, Plantago major, Potentilla anserina, Ranunculus repens, Tussilago farfara, Xanthium albinum* и др.

Присутствие в этих сообществах видов засоленных местообитаний (*Juncus gerardii, Scorzonera austriaca, Taraxacum bessarabicum*) связано с интенсивным выпасом на влажных лугах и в прибрежно-водной растительности. Наблюдается уплотнение почв и к ее поверхности поднимаются соли из более глубоких слоев.

3.3. Прибрежно-водная и водная растительность

Прибрежно-водные и водные растения сформировали пояса сообществ вдоль берега пруда. Ширина полос составляет от одного до десяти и более метров. Число поясов – 3-5. На самом краю, к макрофитам примыкает луговая растительность, затем в условиях повышения увлажнения идет пояс с доминированием *Equisetum fluviatile*, *Phragmites australis*. По мере углубления пруда начинается полоса с доминированием *Phragmites australis*, *Scirpus lacustris*, *Typha angustifolia, T. latifolia*. Более глубокие участки пруда (глубиной от 1,5 до 2 м.) занимают сообщества прикрепленных ко дну растений с плавающими на поверхности или погруженными листьями класса ***Potametea*** и сообщества плейстофитов класса ***Lemnetea***.

На формирование фитоценозов существенным образом влияют колебания уровня воды, степень ветро-волновой зачищенности прибрежных зон. Макрофиты расселяются только до глубины 2,5 м, а растения отдельных экологических групп обитают на значительно меньшей глубине.

В зависимости от эколого-биологических особенностей и условий местообитания высшие водные растения подразделяются на три экологические группы:

плейстофиты – растения, не прикрепленные ко дну, свободно плавающие на поверхности или в толще воды (*Ceratophyllum demersum, Lemna minor, L. trisulca* и др.);

гидатофиты – растения, прикрепленные ко дну, с плавающими на поверхности или в толще воды листьями (*Elodea canadensis, Potamogeton*

crispus, P. pectinatus, P. lucens и др.);

гелофиты – прикрепленные ко дну растения с возвышающимися над водой листьями. Многие из них могут расти как в воде, так и на пересыхающих берегах водоемов (*Equisetum fluviatile, Phragmites australis, Scirpus lacustris, Typha angustifolia* и др.).

По заиленным отмелям пруда и переувлажненным берегам и мелководьям, на заболоченных участках совместно с гелофитами произрастают представители еще одной экологической группы:

гигрофиты – обитатели суши, но растущие в условиях избыточного увлажнения почвы (*Agrostis stolonifera, Bolboschoenus maritimus, Carex acuta, Eleocharis palustris, Mentha aquatica* и др.).

На данных территориях идет активный процесс синантропизации и внедрения рудеральных и сегетальных видов. Большинство чужеродных видов макрофитов не являются активными ценозообразователями (кроме *Elodea canadensis*) и входят в состав сообществ водных и прибрежно-водных растений в качестве сопутствующих элементов. Таковыми являются *Chenopodium glaucum, Juncus gerardii, Persicaria hydropiper, Rumex maritimus* и др.

В табл. 16 приведена краткая характеристика прибрежно-водных и водных сообществ.

Таблица 16

Виды высокого постоянства, представленные в прибрежно-водных и водных сообществах

Характеристика	Сообщества			
	Elodea canadensis	**Potamo-geton**	**Typha latifolia**	**Eleocharis palustris**
Число описаний	**5**	**5**	**5**	**7**
Число видов в сообществе	**10**	**11**	**20**	**7**
Виды				
Elodea canadensis	V^{2-3}	II		V
Potamogeton pectinatus	IV	V		IV
Alisma plantago-aquatica	IV	II	V	
Typha latifolia	II	I	V^{2-3}	
Potamogeton crispus	V	V		
Lemna minor	III	II		
Agrostis stolonifera	II		V	
Veronica anagallis-aquatica	I			III
Scirpus lacustris		III	V	
Equisetum fluviatile		III	V	
Persicaria amphibia		IV	III	
Eleocharis palustris			V	V^{2-4}
Tyfa angustifolia			III	III
Butomus umbellatus	II			
Lythrum salicaria	II			
Potamogeton lucens		V		

Продолжение таблицы 16

Lemna trisulca		IV		
Juncus gerardii			V	
Carex acuta			V	
Carex riparia			IV	
Juncus ambiguus			III	
Persicaria lapathifolia			III	
Rumex maritimus			III	
Salix dasyclados			III	
Persicaria minor			II	
Phragmites australis			II	
Ranunculus sceleratus			II	
Alopecurus aequalis			II	
Epilobium tetragonum				III
Scirpus sylvaticus				II

3.4. Рудеральная растительность

Рудеральные растительные сообщества формируются в условиях однократных или периодических нарушений. Характерный пример – сообщества, формирующиеся на залежах возрастом 2 – 5 лет. Основными доминантами рудеральных сообществ являются *Arctium lappa, Artemisia absinthium, A. vulgaris, Leonurus quinquelobatus*, виды рода *Carduus*.

На начальных стадиях сукцессии (табл. 17, колонка 1) происходит быстрый захват территории эксплерентами, которые дают большую численность. Причем при проективном покрытии – 100% максимально стараются расти вертикально и дают высокую семенную продуктивность. На заброшенных огородах, на навозных кучах в первый-второй год формируются рудеральные сообщества с доминированием малолетников родов марь (*Chenopodium album, C. glaucum, C. urbicum* и др.) и лебеда (*Atriplex patula, A. sagittata, A. tatarica* и др.) с высоким участием малолетних сегетально-рудеральных видов (*Amaranthus retroflexus, Avena fatua, Cannabis ruderalis, Crepis tectorum, Viola arvensis* и др.).

Строительные площадки, земляные бурты заселяются ксероморфными малолетниками (табл. 17, колонка 2) *Berteroa incana, Dracocephalum thymiflorum, Sisymbrium loeselii, Stachys annua, Tripleurospermum perforatum* и др., куда же активно внедряются двух, и многолетники родов *Artemisia, Carduus* и др.

В промежуточной стадии сукцессии (на 3–5 годы) с доминированием рудеральных высокорослых ксеро-мезофитных видов сообщества порядка ***Onopordetalia acanthii*** (табл. 17, колонка 3) на смену однолетникам приходят более конкурентно-способные многолетние виды (*Arctium tomentosum, Bunias orientalis, Carduus uncinatus, Echinops sphaerocephalus, Hyoscyamus niger*), которые на дренируемых и сильно прогреваемых участках подавляют и частично выбивают из сообществ однолетников.

На участках, богатых органикой, формируются сообщества с

доминированием нитрофила – *Urtica dioica* (табл. 17, колонка 4), который в данных условиях разрастается массово и формирует монодоминантные сообщества с высоким проективным покрытием и биомассой. Небольшое число видов (23 вида) объясняется тем, что в конкуренции за азот крапива двудомная вытесняет из сообщества большинство рудеральных малолетников.

В дальнейшем эти сообщества сменяются сообществами многолетних видов при значительном участии злаков (*Convolvulus arvensis, Elytrigia repens, Falcaria vulgaris, Poa angustifolia, P. pratensis* и др.).

Таблица 17

Виды высокого постоянства, представленные в рудеральных сообществах

Характеристика	**Сообщества**			
	Сообщества малолетников с доминированием *Chenopodium album*	Сообщества малолетников с доминированием *Sisymbrium loeselii*	Сообщества высокорослых ксеромезофитных рудеральных видов	Нитрофильные сообщества
Число описаний	**5**	**5**	**5**	**5**
Число видов в сообществе	**45**	**50**	**40**	**23**
Виды				
Chenopodium album	V^{3-5}	III	IV	V
Sisymbrium loeselii	III	V^{3-4}	I	
Convolvulus arvensis	V	V	II	V
Artemisia absinthium	V	IV	II	V
Conium maculatum	III	IV	V	V
Vicia cracca	III	IV	V	III
Arctium tomentosum	I	III	V	III
Galium aparine	I	II	IV	IV
Lactuca serriola	I	V	V	V
Carduus crispus	III	V	V^{2-4}	
Taraxacum officinale	III	III	V	
Cirsium setosum	III	V	IV	
Tripleurospermum perforatum	III	IV	II	
Descurainia sophia	IV	V	I	
Capsella bursa-pastoris	III	V	I	
Fallopia convolvulus	III	III	I	
Lappula squarrosa	I	IV	I	
Elytrigia repens	III		I	V
Acer negundo	I		III	II
Achillea millefolium		V	II	III
Leonorus quinquelobatus		IV	V	III
Poa pratensis		IV	II	IV
Bromopsis inermis		I	V	IV
Chenopodium glaucum	III	I		
Dracocephalum thymiflorum	I	V		
Elisanthe noctiflora	I	V		

Продолжение таблицы 17

Medicago lupulina	I	V		
Stachys annua	I	V		
Malva pusilla	I	III		
Polygonum arenastrum	I	II		
Bunias orientalis	III		V[2-3]	
Echinocystis lobata	I		III	
Melilotus albus	I		III	
Berteroa incana		V	I	
Astragalus cicer		III	I	
Lathyrus tuberosus		IV	IV	
Galium album		III	I	
Rumex crispus		II	I	
Atriplex sagittata	V			
Atriplex tatarica	III			
Cannabis ruderalis	III			
Chelidonium majus	III			
Cichorium intybus	III			
Conyza canadensis	III			
Amaranthus retroflexus	III			
Viola arvensis	III			
Linaria vulgaris		V		
Thlaspi arvense		V		
Lycopsis arvensis		IV		
Stellaria graminea		IV		
Arenaria serpyllifolia		III		
Medicago falcata		III		
Pimpinella saxifraga		III		
Raphanus raphanistrum		III		
Nonea rossica		II		
Potentilla argentea		II		
Knautia arvensis		II		
Carduus uncinatus			V	
Melilotus officinalis			IV	
Euphorbia virgata			III	
Lavatera thuringiaca			III	
Trifolium medium			III	
Urtica dioica			I	V[5]
Chamaenerion angustifolium				V
Cuscuta europaea				V
Echinops sphaerocephalus				V
Poa angustifolia				IV
Festuca pratensis				III
Carduus acanthoides				III
Sambucus racemosa				III
Alopecurus pratensis				II

3.5. Сегетальная растительность

Сегетальные растительные сообщества, в отличие от рудеральных, могут существовать только при регулярно повторяющихся нарушениях при обработке почвы (вспашка, боронование, дискование и др.). Видовой состав этих сообществ поддерживается за счет почвенных банков семян и вегетативных зачатков (например, почек на корневищах хвоща, пырея и др.).

В табл. 18 приведена краткая характеристика сегетальных растительных сообществ.

Таблица 18

Виды высокого постоянства представленные в сегетальных растительных сообществах полей пшеницы

Число описаний	5
Число видов в сообществе	26
Виды	
Melilotus officinalis	V
Fallopia convolvulus	V
Chenopodium album	V
Galeopsis bifida	V
Setaria pumila	V
Dracocephalum thymiflorum	V
Galeopsis ladanum	V
Echinochloa crusgalli	V
Tripleurospermum perforatum	V
Lactuca serriola	V
Panicum miliaceum	V
Viola arvensis	V
Setaria viridis	IV
Euphorbia virgata	IV
Cirsium setosum	IV
Melilotus albus	III
Elisanthe noctiflora	III
Linaria vulgaris	III
Amaranthus retroflexus	III
Artemisia absinthium	III
Artemisia vulgaris	III
Carduus acanthoides	III
Cannabis ruderalis	III
Arctium tomentosum	III
Sonchus arvensis	III
Cichorium intybus	III

Из таблицы очевидно, что видовое богатство изученного сегетального сообщества высокое. В его составе наряду с типичными сегетальными видами (*Amaranthus retroflexus, Chenopodium album, Fallopia convolvulus, Echinochloa crusgalli, Euphorbia virgata, Galeopsis bifida,*

Setaria pumila и др.) широко представлены рудеральные виды (*Artemisia absinthium, A. vulgaris, Arctium tomentosum, Cichorium intybus, Melilotus albus, M. officinalis, Tripleurospermum perforatum* и др.). Такой состав сообщества свидетельствует о невысоком уровне контроля засоренности полей.

4. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОВЕДЕНИЮ УЧЕБНО-ПОЛЕВОЙ ПРАКТИКИ ПО БОТАНИКЕ

В этой главе приведены конкретные рекомендации по проведению учебно-полевой практики. Эти рекомендации включают правила техники безопасности (см. прил. 1), правила гербаризации, правила выполнения геоботанических описаний.

4.1. Правила гербаризации

При изучении флоры или конкретного вида растений большую роль играет составление гербария – коллекции растений, которая обеспечивает длительное сохранение образцов. Гербарный образец – это основной документ, подтверждающий факт встречи конкретного вида растения в конкретной точке. Составление гербария и его обработка требует специальных навыков. Она развивает разнообразные умения и навыки: трудолюбие, аккуратность, внимательность, наблюдательность. В ходе работы по гербаризации у студента формируется интерес к растительному миру как объекту исследования, понимание уязвимости растительного мира по отношению к влиянию человека и осознание необходимости бережного отношения к нему.

4.1.1. Значение гербария для развития ботаники

В современном научном языке словом «гербарий» обозначается два понятия: конкретный образец засушенного растения и научное учреждение, где накапливаются такие засушенные образцы.

Цели и задачи гербариев многообразны. Гербарий используется для исследования морфологии растений, их экологической, географической и индивидуальной изменчивости.

Гербарий – основа для работы систематиков растений, он документирует состав флоры той или иной территории, а также распространение (ареал) конкретных видов растений. Именно гербарий дает полные и надежные сведения об изменении флоры той или иной территории (страны, города и др.) за тот или иной промежуток времени.

Гербарный образец – документ первичный и никогда не может быть заменен никакими другими документами: письменными, машинными, рисунками или даже фотографиями. Гербарные материалы никогда не

устаревают морально и продолжают служить науке неограниченно долго.

Незаменимость и принципиальное преимущество гербария перед другими видами документации была понята и подчеркнута уже Карлом Линнеем: «Herbarium praestat omni icone, necessarium omni botanico» («Гербарий имеет превосходство над любым изображением и необходим каждому ботанику»).

Слово «гербарий» (herbarium) вошло в обиход в Европе уже в средние века. Основными гербаризаторами в то время были врачи-травники. Изобретение гербария приписывают Л. Гини, который в 1528 – 1543 гг. был профессором в Болонье, а затем в Пизе.

Средневековые гербарии представляли собой переплетенные тетради или книги с высушенными веточками, иногда также верхушками или соцветиями растений, наклеенными наглухо нередко на обеих сторонах листа. Техника гербарного дела с тех пор кардинально изменилась, она постоянно развивается. В гербарном деле используются три основных термина, каждый из которых имеет свое специальное значение.

Гербарный лист. Гербарным листом называется лист бумаги гербарного формата со смонтированными на нем растениями. Этот термин употребляется также для еще не монтированных растений. В этом случае им обозначается материал, лежащий в одной сушильной рубашке и предназначенный для монтировки на одном листе. Термин «гербарный лист» имеет смысл формальной единицы количественного учета. Про гербарный лист нельзя сказать, что он интересный или неинтересный, плохой или хороший.

Гербарный экземпляр. Гербарный экземпляр, или гербарный образец, обозначает количество материала, которое достаточно хорошо представляет растение одного вида, собранное в одно время в одной точке. Гербарный экземпляр не должен быть меньше одного гербарного листа, заполненного высушенными растениями. Если гербаризируются крупные растения, например, такие представители флоры, как цицербита уральская, борщевик сибирский, дягиль, то гербарный экземпляр будет занимать 2, 3 или даже 4 гербарных листа.

Гербарный экземпляр можно характеризовать качественно. Можно говорить, что он плохо высушен или хорошо высушен, полно отражает морфологические признаки растения или отражает их неполно (не имеется цветков, плодов, неполно представлена корневая система и др.).

Каждый гербарный образец всегда отличается от каждого другого образца. Даже ветки, срезанные с одного и того же дерева, будут чем-то отличаться одна от другой. А срезать повторно ветки с тех самых деревьев, с которых когда-то брали образцы другие ботаники, например, брал образцы Карл Линней, – нельзя и вовсе. Нельзя собрать те самые экземпляры растений, которые когда-то собрали в своих путешествиях по Южному Уралу знаменитые исследователи И.Г. Гмелин, П.С. Паллас,

И.И. Лепехин, ученик К. Линнея И.П. Фальк и другие.

Гербарный сбор. Гербарным сбором обозначается весь материал, который коллектор считает однородным. Однородный материал – это материал, принадлежащий одному виду растения и собранный в одно время в одном местообитании. Для научных целей рекомендуется собирать два, три, пять (и даже более) экземпляров с тем, чтобы один-два оставить в своем гербарии, а другие использовать для обмена или передачи в центральные хранилища.

4.1.2. Практические рекомендации по сбору гербария

Заботу о качестве будущего гербарного образца нужно начинать уже в момент сбора. Невнимательным и неправильным сбором обесценивается весь последующий труд по обработке образцов, снижается информативное содержание гербария и даже затрудняется само хранение образцов.

Инструменты для выкопки растений. Для выкопки растений можно использовать разные инструменты, однако все они должны быть простыми, прочными и удобными для ношения. Поскольку нередко приходится иметь дело с очень плотным (подчас каменистым) грунтом, копающая поверхность инструмента не должна быть широкой (не более 25 – 35 мм). Носить такой инструмент можно у пояса в футляре из плотной материи или в специальном кармане, приделанном к папке, служащей для сбора.

Копалку можно сделать самостоятельно из отрезка стальной трубы длиной 30-40 см и диаметром 25-30 мм (рис. 7). Труба срезается вдоль примерно на половину, обрезанная часть несколько развертывается (уплощается) и затачивается по краям, а несрезанная – оформляется как рукоятка. Копалку можно сделать и из стальной полосы, выгнув часть ее желобом, а часть ее, свернув трубкой для рукоятки (можно не сворачивать трубкой, а вложить в желоб кусок дерева). Чтобы случайно не оставить копалку на месте сбора, в рукоятку можно продеть шнур и привязать его к поясу или папке.

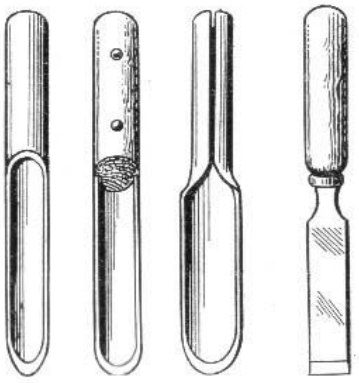


Рис. 7. Инструменты для выкопки растений: копалки из трубы и из железной полосы; стамеска

Не рекомендуется пользоваться для выкопки растений ножами, поскольку плоское лезвие ножа быстро ломается. Однако по прямому назначению нужно иметь при себе хороший складной нож.

Папка как временное вместилище для собранных растений. При сборе растения помещают в какое-либо временное вместилище. Наиболее удобно использовать для этого папку с достаточным запасом бумаги. Папка делается из двух кусков прочного картона такого же размера, как и окончательный формат гербария или на 1-2 см пошире и подлиннее. Практична папка размером 42-44х30 см. В листах картона делаются прорези для тесемок, с помощью которых папка затягивается. К одной из сторон папки можно приделать тесьму для ношения через плечо, а также карманы для копалки и для этикеток. Можно сделать папку из тонкой фанеры или пластика (ее следует очистить от заусениц и покрасить масляной или нитрокраской).

Иногда приходится собирать растения под дождем, тогда лучше пользоваться клеенчатым или полиэтиленовым пакетом (достаточно вместительными). Растения кладут в пакет либо аккуратно одно на другое, либо отдельными порциями в полиэтиленовых мешочках.

Бумага для сбора растений. Она должна быть тонкой и легко впитывать воду. Годится и чаще употребляется на практике газетная бумага (обычный формат сложенного газетного листа составляет 42х30 см). Бумага складывается вдвое или же с двумя клапанами по размеру папки или чуть меньше. Сложенный готовый лист, предназначенный для вкладывания растения, называется «рубашкой» (рис. 8).

Полезно иметь с собой пакетики разного размера для сбора осыпающихся частей растений (семян, плодов и пр.).

Необходимы тетрадь, шариковая ручка и простой мягкий карандаш.

Неплохо иметь с собой фотоаппарат. Не следует забывать про средства, отпугивающие мошек, комаров, клещей. Из аптечных принадлежностей следует иметь препараты для обработки ран.

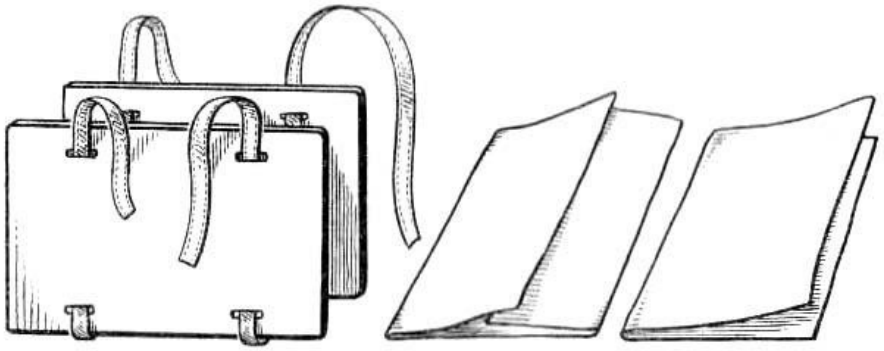


Рис. 8. Папка для сбора растений и бумажные «рубашки»

Выбор растений для сбора. Не следует брать в гербарий первые, попавшиеся под руку растения. Сбор должен отражать результаты

ориентации гербаризатора в том материале, из которого отбираются образцы. Как правило, не следует брать обломанные, обгрызенные, больные и угнетенные растения.

Нужно стремиться собрать растения как можно более полно, чтобы в гербарии были представлены по возможности все органы, начиная с корней и кончая плодами и семенами. Практически это не всегда осуществимо, однако эту цель всегда надо иметь перед собой.

Особенности сбора гербарного материала разных видов растений. Для травянистых растений необходимо представить в гербарии характер корневой системы и системы корневищ или других подземных и приземных образований. Следует собрать розетки и прочие типы вегетативных нецветущих побегов. Нужно охватить все ярусы стебля и ярусы листьев цветущего побега. Собираются цветки, плоды и семена и, наконец, зимующие органы.

Для древесных растений должны быть собраны различные типы вегетативных побегов – нормальные, укороченные, порослевые с охватом всей гаммы изменчивости формы листа и его опушения. Берутся цветущие побеги и плоды, а также побеги с зимующими почками и кусочки коры. Желательно взять в гербарий молодые сеянцы.

Если на растении есть разные типы соцветий или цветков – например, мужские и женские цветки, надо собрать все эти типы. У двудомных растений, например, ивы, тополя, некоторых видов щавеля, смолевки и др., или неполно двудомных (органы противоположного пола находятся в недоразвитом состоянии, например, у некоторых губоцветных и гвоздичных) нужно собрать оба типа растений.

Для получения более полного материала полезно повторить сборы одних и тех же видов растений в разные сезоны года.

Значение разных органов для морфологического анализа и определения видовой принадлежности неодинаково. Так, например, у видов рода осока, которые трудно определяются, очень важно хорошо и полно собрать подземную часть. У видов рода шиповник надо проследить форму шипов на разных типах побегов и собрать зрелые или почти зрелые плоды. Для видов семейства крестоцветных и зонтичных обязательно требуется сбор плодов, а для многих представителей семейств гвоздичных и норичниковых – зрелые семена.

Для некоторых групп растений очень важно собрать не только цветущие и плодоносящие, но и уже отцветшие и отплодоносящие растения с зимующими органами. Их морфология существенно важна для определения видовой принадлежности растений. При сборе полыней нужно учитывать, что к поре цветения у некоторых видов значительная часть листьев уже засыхает, особенно это касается видов-ксерофитов.

При встрече с редким растением следует, прежде чем притронуться к нему, хорошо обдумать, допустим ли в этом случае какой-либо сбор. В

зависимости от конкретной ситуации сбор либо ограничивается количественно, либо берется только надземная часть стебля без повреждения подземных частей и розеток. Часто вообще отказываются от сбора гербарного материала и ограничиваются регистрацией в дневнике (полевой тетради) и выполняют фотографирование.

Выкапывать травянистые растения нужно осторожно, чтобы не повредить подземные органы, которые часто бывают очень нежными, и тщательно отряхнуть землю. Если грунт сырой или илистый, то подземные органы нужно отмыть.

Укладка растений в «рубашку». При укладывании растений в бумагу нужно стараться сразу сделать так, чтобы все расположение растений на листе осталось без перемены вплоть до окончательной монтировки гербария. Лист должен быть заполнен растениями или их частями равномерно. В один лист можно класть несколько экземпляров небольших растений, а крупные растения приходится резать на часть и размещать эти части на отдельных листах. У самых крупных растений приходится отбрасывать некоторые части и класть в «рубашку» только один-два сегмента каждого типа органов. Например, у борщевика сибирского нужно взять часть среза корня, прикорневой лист или даже только его часть, часть стебля, стеблевой лист, часть соцветия-зонтика.

Если растение высокое, то стебель перегибается один, два или три раза. Перегиб следует делать под углом, а не сгибать стебель дугой (рис. 9).

У сильно ветвистых или густо облиственных растений удаляется часть ветвей и листьев. Однако это следует делать так, чтобы следы искусственного удаления были видны. Не нужно целиком освобождать растение даже от засохших прошлогодних ветвей.

Листья следует располагать так, чтобы хотя бы часть из них оказалась нижней стороной кверху.

Растения или ветви должны лежать на листе свободно в их естественном виде. Лишь в том случае, если части выходят за пределы листа или несколькими слоями перекрывают друг друга, их можно обрезать. У слишком больших листьев можно перегнуть край и сложить наподобие листа бумаги. Не всегда удается уложить растения корнями вниз. Нужно раскладывать растения в свои «рубашки» так, чтобы получилась пачка равномерной толщины. Для этого самые толстые части растений укладываются ближе к краю листа.

Наиболее толстые или сочные части растений – луковицы и клубни, корни и стебли крупных зонтичных, крупные корзинки сложноцветных, соцветия коровяков и др. следует рассекать вдоль. Это не только уменьшает неравномерность толщины пачки, но и значительно облегчает сушку. Разрезы луковиц, корзинок, плодов позже облегчат их изучение. Для плодов, кроме продольного среза, нужно делать еще и поперечный

срез.

Если на собранных растениях мало цветков или плодов, нужно дополнительно собрать эти органы с других экземпляров и вложить их в лист или в специальный пакетик к нему. Это позволит при необходимости препарировать эти органы, не нарушая образец.

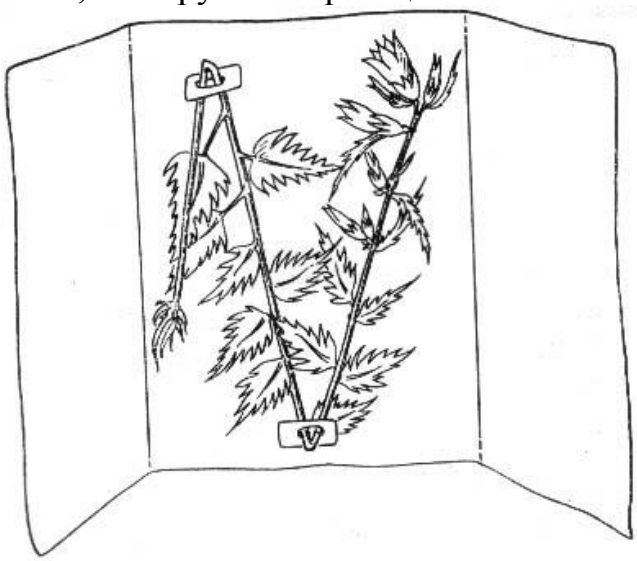


Рис. 9. Укладка в рубашку высокого растения

Жесткие и колючие растения необходимо перед укладкой сдавить между двумя листами картона. Толстые стебли растений из родов бодяк и чертополох нужно рассекать вдоль. Следует рассекать также и их корзинки.

В каждый лист вкладывается черновая этикетка, на которой указывается место сбора, особенности местообитания (тип растительного сообщества, выраженность влияния человека и др.), дата сбора и фамилия коллекционера.

4.1.3.Обработка гербария

После того, как материал собран, его нужно высушить так, чтобы растения сохранили свой вид и в первую очередь – цвет. Гербарный образец, кроме того, должен быть сопровожден этикеткой с информацией о месте сбора, дате сбора и авторе сбора. Только в этом случае гербарный экземпляр представляет научную ценность.

Прессование и сушка. Это ответственный этап работы с гербарием, от которого зависит его качество. Для сушки необходимы: достаточный запас такой же бумаги, которая используется при сборе; прокладки, которыми прослаиваются листы с растениями при укладке в пресс; пресс.

Прокладки. Они выполняют две функции – выравнивают давление под прессом и поглощают воду, испаряемую растениями в процессе сушки. В качестве прокладок используют разные материалы: мягкий войлок, толстое сукно, сложенную в 4 – 8 слоев промокательную или фильтровальную бумагу, гофрированный картон. Прокладки можно

сделать из обычных листов сушильной бумаги, вложив их несколько штук один в другой.

Прокладки должны быть того же формата, что и сушильная бумага и листы окончательно монтированного гербария.

Пресс. Прессы могут иметь разную конструкцию, но основных типов два – стационарный пресс и портативный пресс.

Стационарный пресс рассчитан на прессование большой пачки растений (до 0,5 м). Он может быть совсем простым: две доски, одна из которых кладется на пол, а верхняя прикрывает пачку растений и нагружается кирпичами или другим грузом. Нужно предусмотреть, чтобы пачка не свалилась набок (сделать вертикальные стояки или подпорки). Удобен пресс из досок с валиком (рис. 10). Прессование регулируется наматыванием веревки на валик с помощью железных штырей, вдеваемых в отверстия на валике. Нужное положение валика закрепляется этими же штырями.

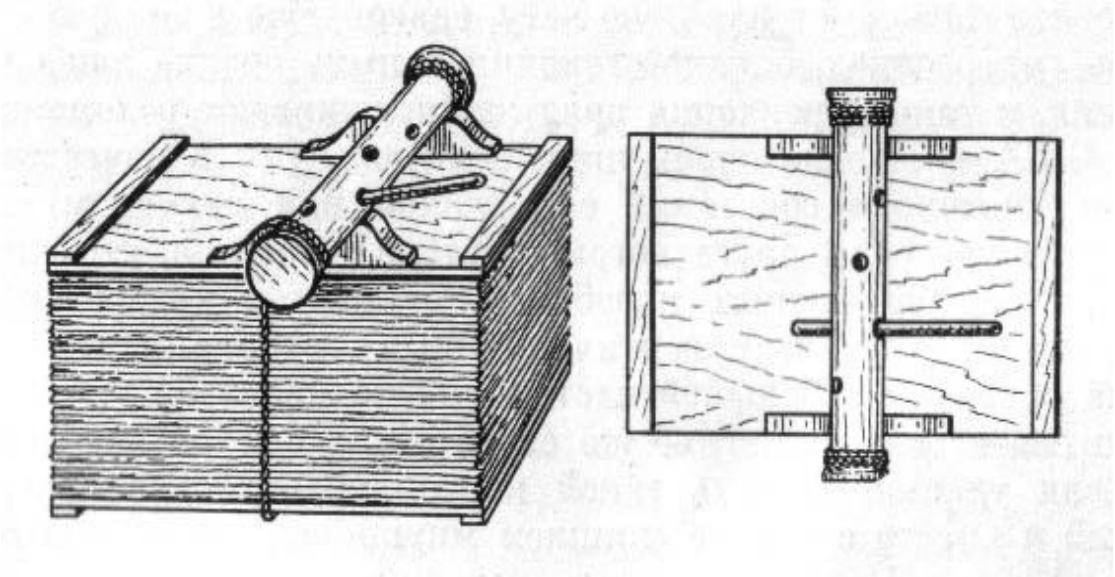


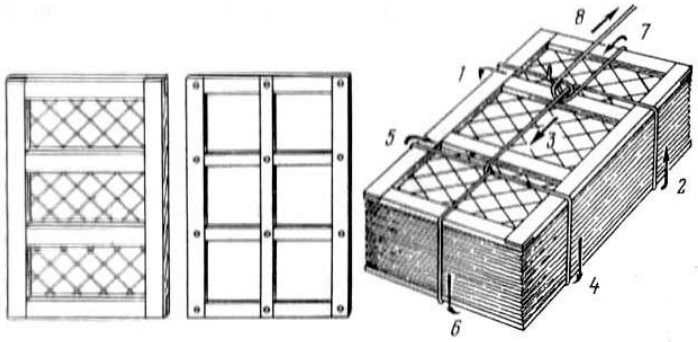
Рис. 10. Стационарный пресс из досок с валиком

Портативный пресс называется гербарной сеткой. Существуют несколько их вариантов. Чаще всего используются две модели:

– рамки из деревянных брусков сечением 40-15 мм с одной-двумя более узкими поперечинами и с набитой с одной стороны в виде решетки стальной проволоки диаметром 1,5 – 2,5 мм (рис. 11а);

– решетки из дюралевых полосок сечением около 25-30х2 мм (рис. 11б).

Все внешние углы сетки должны быть скруглены, поскольку острые углы могут повреждать и ускорять изнашивание затягивающих шнуров. Затягивают рамки плетеным капроновым (или другим) шнуром, способом «на шесть концов» (рис. 11в). Этим способом сетки быстро завязываются и развязываются. Сложное опутывание сеток, которое практикуется начинающими гербаризаторами, только мешает.



а б в

Рис. 11. Образцы гербарных сеток и способ их затягивания

Размеры гербарной сетки должны быть такими же, как у папки для сбора растений, то есть одинаковые с размером окончательного формата гербария или чуть, на 1–2 см, длиннее и шире. Обычно используется размер 42-44 см в длину и 30 см в ширину.

Укладка в пресс. Чтобы растения при сушке не деформировались, они должны быть правильно запрессованы. Плохо запрессованные растения коробятся и сморщиваются. Такие растения трудно исследовать, они легко крошатся и недолговечны в хранении. Сморщенные образцы – это брак в работе гербаризатора.

Несмотря на то, что гербарий хранится как плоский двумерный, он должен давать представление о трехмерной форме растений. Поэтому прессование имеет целью только выравнивание, а не сплющивание.

Чтобы обеспечить хорошее прессование, необходимо:

1) правильно уложить растения;
2) проложить достаточно прокладок;
3) найти оптимальную степень стягивания пресса.

При укладке в пресс растения, как правило, переносят из отсыревшей бумаги в сухую. Этого можно не делать, если имеется много прокладок, которые обеспечивают надежную сушку. Не перекладывают в новую бумагу и очень нежные растения, а также те, которые сильно подвяли, поскольку при попытке переложить они сминаются.

При перекладке гербаризатор исправляет и доделывает все то, что было упущено при сборе, выправляет деформации, которые могли возникнуть при нахождении растений в папке.

Следует проложить прокладки из кусочков гигроскопической бумаги между частями растений, налегающими друг на друга. Особенно важно сделать это, если грубый стебель налегает на тонкий лист. Без прокладки лист в этом месте будет деформирован. Нужно также проложить кусочки бумаги между налегающими друг на друга крупными листьями. «Толстые» соцветия (например, корзинки сложноцветных) следует прикрыть кусочком тонкой бумаги, а сверху наложить комочек ваты, иначе обертка

корзинки помешает хорошему прессованию нежных цветков.

Такой же прием следует использовать при прессовании разных нежных цветков, например, цветков герани или колокольчика. Очень крупные цветки, например, пиона, тюльпана, шиповника, нужно развернуть плоско и также заложить бумагой и ватой.

Толстые и сочные органы обычно разрезаются при сборе, если этого не было сделано, то следует рассечь их при закладке в пресс. Все дополнительно собранные цветки нужно расчленить на части, расправить и заложить в пакетик. Все другие мелкие отчлененные части растений во избежание потери нужно заложить в пакетки из той же сушильной бумаги. Форма пакетика произвольная.

Все записи о растении, сделанные на старом листе, должны быть перенесены в новый лист.

При укладке растений в пресс один лист с растениями чередуется с одной прокладкой. Можно класть прокладок и больше: чем больше прокладок, тем лучше прессование и сушка.

Толщина стопки с растениями, которая закладывается в пресс, зависит от типа пресса и способа сушки. Главное требование – сделать толщину равномерной. При прощупывании стопки не должно чувствоваться бугров и впадин. Если они имеются, то стопку выравнивают – впадины закладывают комками сушильной бумаги.

Оптимальная степень затягивания пресса определяется опытным путем.

Способы сушки. На практике используются разные способы сушки:

1) сменой отсыревших прокладок сухими;

2) проветриванием;

3) нагреванием.

Все перечисленные способы применяют в соответствии с конкретными обстоятельствами. Смена прокладок отнимает много времени, требует наличия большого резерва прокладок, а отсыревшие прокладки нужно где-то сушить. Нагревание следует применять осторожно: растения могут побуреть, сделаться хрупкими. Особенно опасно нагревание в течение первых суток после прессования. Проветривание тоже не всегда можно осуществить.

Сушка в стационарном прессе. Осуществляется путем смены прокладок. Первая смена должна быть проведена через 12 – 15 часов, затем ежедневно и далее через день. Во время смены прокладок гербаризатор раскрывает одну-две рубашки с растениями и изучает, как продвигается сушка. Если замечаются признаки побурения растений, это сигнал к тому, что следует ускорить смену прокладок, увеличить их количество и усилить подсушивание. Обычно сырые прокладки наподобие белья развешивают на веревках на ветру или в помещении, где имеется нагрев и вентиляция. В любом случае желателен сильный прогрев прокладок. Следует при этом не

забывать о технике безопасности, учитывая, что прокладки легко воспламеняются.

Сушка в портативном прессе (гербарной сетке). В один пресс помещается не более 15–20 (в крайнем случае, 25) рубашек с растениями. В этом случае можно обойтись без смены прокладок и ограничиться ежедневным «выветриванием» пресса: пачку разделяют на две части и затем складывают так, чтобы листы, бывшие наружными, стали внутренними, а внутренние – наружными. Одновременно с этим контролируется, как идет сушка.

Окончание сушки. Окончание сушки (готовность растений) определяется по исчезновению живого зеленого цвета. Высушенное растение можно приложить к губам, если ощущается холод, то сушка не закончена. Если такое растение приподнять за стебель, то его еще не высохшие части поникнут. Вынимая сухие растения из пресса, следует сохранить тот порядок сложения листов, который был в прессе. «Пригнанные» друг к другу растения занимают меньший объем и меньше ломаются при транспортировке.

Неудачно засушенные, сморщившиеся растения можно попытаться исправить. Их нужно заложить во влажную фильтровальную бумагу для отсыревания, а затем снова высушить под сильным прессом с частой сменой прокладок.

Работа с растениями, трудными для сушки. Существует довольно много растений, которые плохо сохнут или при сушке сильно меняют свой облик. К таким растениям применяют специальные приемы. Во флоре СООЦ «Салихово» и его окрестностей гербаризатор может столкнуться с четырьмя категориями «трудных» растений.

1). *Суккуленты.* При обычном режиме сушки суккуленты неделями (и даже месяцами) остаются живыми, продолжают расти, давая неестественные, деформированные побеги. В то же время нормальные листья, с которыми растение было собрано, истощаются и даже отваливаются. Сходным образом с суккулентами ведут себя многие растения мезоморфного облика, в том числе однодольные, имеющие клубни или луковицы. Чтобы высушить суккуленты, нужно предварительно умертвить их ткани (погрузить на несколько секунд в кипящую воду, выдержать несколько минут в 70 – 80^{o} спирте или прогладить горячим утюгом через несколько слоев промокательной бумаги).

Дозировка устанавливается опытом. В любом случае нежелательно передозировать, так как это приведет при сушке к чрезмерному уплотнению тканей, и образец получится хрупким. Так, у толстянковых и лилейных достаточно убить спиртом лишь поверхностные ткани, цветки подвергать обработке с очень большой осторожностью и кратковременно. Толстые части – клубни, луковицы – требуют более длительного

воздействия. Во всех случаях облегчает последующую сушку рассечение вдоль луковиц, клубней, толстых стеблей и Соцветий. После обработки кипятком растения предварительно обсушивают в промокательной бумаге и только после этого сушат в прессе. При пользовании утюгом сушку лучше всего проводить до конца. Если действовать терпеливо и осторожно, утюг хорошо высушивает и сохраняет окраску цветков.

2) *Растения, чернеющие при сушке*. К этой группе относятся нежные мезофиты, например, виды подмаренника, мытника, марьянника. Их окраску можно сохранить быстрой и качественной сушкой или осторожной сушкой утюгом.

3) *Растения, органы которых при сушке распадаются или отваливаются.* У сосны при полном высыхании хвоя полностью осыпается, у некоторых других хвойных осыпается частично. Обычно осыпается хвоя и на образцах лиственниц, собранных во второй половине лета. В таких случаях хвою можно хранить в пакетах или использовать специальные способы сохранения хвои на ветках. Шишки пихт или крупные соплодия, которые при сушке рассыпаются, нужно предварительно опутать нитками или завернуть в целлофан. Мелкие, как у адониса, прострела, заранее приклеивают к бумаге (можно дать им рассыпаться и хранить в пакетиках).

4.1.4. Оформление гербария

Каждый собранный гербарный лист должен получить окончательную, «чистовую» этикетку.

Чистовой этикетаж. Эта операция завершает оформление коллекции, и качественный гербарий представляет собой научную ценность. С этого момента собранный образец начинает самостоятельную жизнь, которая может продолжаться намного дольше жизни самого коллектора.

Чистовая этикетка делается из хорошего сорта писчей бумаги. Наиболее распространен размер этикетки от 10х7 до 14х9 см. Если на этикетку предполагается нанести какие-то особые сведения, например, точки сбора, то используются более крупные этикетки.

На этикетке (рис. 12) указываются: учреждение, научное название растения и принадлежность к семейству, местонахождение, местообитание, дата сбора и автор сбора, дата определения и автор определения, а также инвентаризационный номер. Бланки этикеток нужно заготовить заранее с использованием компьютерной и множительной техники.

ГЕРБАРИЙ КАФЕДРЫ БИОЭКОЛОГИИ И БИОЛОГИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ
БАШКИРСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ПЕДАГОГИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА им. М. Акмуллы
Eryngium planum L. - Синеголовник плосколистный
Apiaceae – Сельдерейные

Область, республика: _____
Район: _____
_____
Место произрастания: _____
_____
_____
_____
Собрал: _____
_____
Определил: _____
№ _____

Рис. 12. Образец этикетки

Монтировка гербария. Монтируется гербарий на хорошей плотной (ватманской) бумаге (рис. 8). Лучшим способом крепления растений к бумаге считается пришивание наиболее жестких и толстых частей прочными нитками. Более тонкие части прикрепляются узкими бумажными полосками (рис. 13).

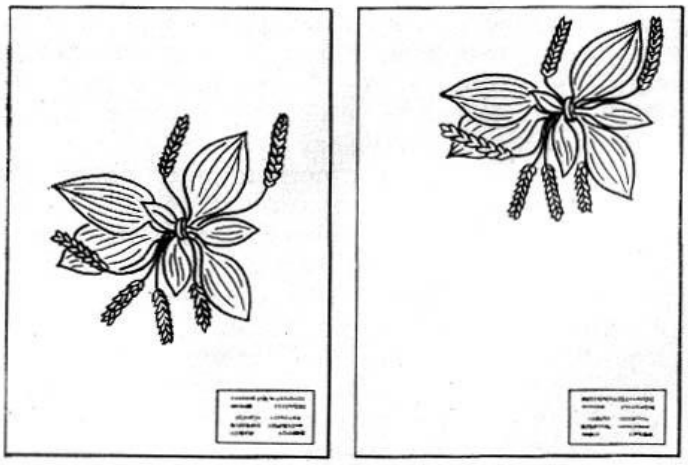


Рис. 13. Примеры монтировки:правильной (слева) и неправильной (справа)

При пришивании растений каждый стежок делается отдельно и завязывается двойным узлом на верхней стороне. С оборотной стороны листа стежок хорошо промазать густым синтетическим клеем. Таким образом будет устранена опасность зацепить за нижележащие растения и будет укреплен сам стежок, который иначе со временем может прорезать

бумагу.

Бумажные полоски, удерживая растение, не должны исключать его некоторой подвижности. Их следует приклеивать только к бумаге, но не к частям растений (рис. 14).

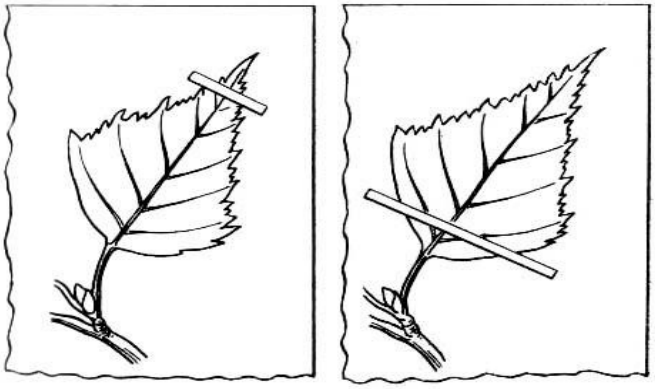


Рис. 14. Примеры правильной (слева) и неправильной (справа) монтировки

При монтировке следует использовать простые пакетики (рис. 15), которые свободно открываются после подклейки на лист. Чтобы пакетик не раскрывался сам, его закалывают канцелярской скрепкой.

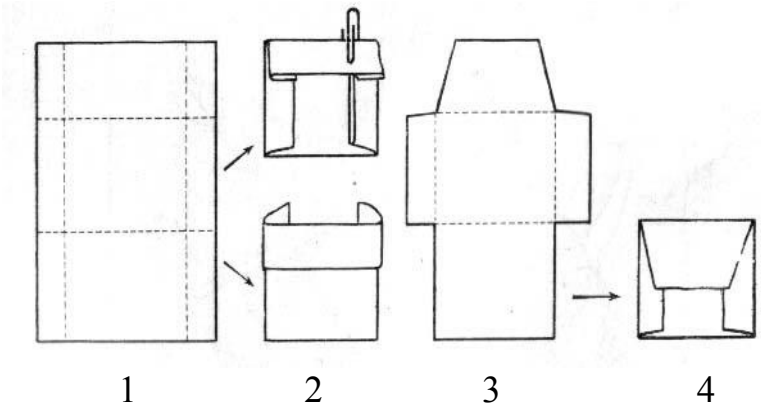


Рис. 15. Образцы пакетиков для гербария 1,3 – приготовление бумаги, 2,4 – виды пакетиков

4.2. Выполнение геоботанических описаний

Если при изучении флоры основным материалом для анализа результатов полевых исследований служат гербарные экземпляры собранных растений, то при изучении растительных сообществ таким материалом являются геоботанические описания.

Геоботаническое описание – это полный список видов растительного сообщества (определенной площади или в естественных границах). Для каждого вида на основе глазомерной оценки указывается его количественное участие. Описание получает географическую (топографическую) привязку к местности, чтобы при желании можно было

найти то место, где оно выполнялось, и характеристику экологических условий – положение в рельефе (склон, его экспозиция и крутизна; равнина, дно оврага, сырое прибрежье озера и т.д.). Хорошо, если указывается название почвы (можно использовать данные почвенной карты). Указывается автор и дата его выполнения.

Пробная площадь. Участок растительного сообщества, в пределах которого выполняется описание, называется пробной площадью. Величина пробной площади должна быть такой, чтобы на ней встречалось большинство видов описываемого сообщества. Если оно занимает большую территорию, то выбирается наиболее типичный участок.

Для луговых и степных сообществ используются квадратные площадки размером от 5х5 до 10х10 $м^2$; для лесных – от 10х10 до 20х20 $м^2$; для сегетальных – 10х10 $м^2$; для рудеральных – от 2х2 до 5х5 $м^2$. Если сообщество имеет небольшие размеры, то его описывают в «естественных границах». В этих случаях пробная площадь может иметь не квадратную, а прямоугольную форму, например 1х5 $м^2$. Подобные прямоугольные площадки размером 2х10 или 2х50 $м^2$ используются при описании прибрежно-водных сообществ, которые полосами расположены вдоль берега реки или озера.

Составление списка видов. В описание заносятся все виды сообщества, встреченные на пробной площади. Все неизвестные виды, находящиеся в любом состоянии (не цветут и не плодоносят, повреждены пасущимися животными, представлены «одним листочком») следует собрать в «справочный гербарий». Обычно в одну «рубашку» помещают несколько растений, каждому из которых присваивается отдельный номер. Стебелек растения оборачивают полоской бумаги, на которой указан номер геоботанического описания и присвоенный номер. В самом описании эти неизвестные виды записываются под присвоенными номерами. Если какое-то растение встречается в нескольких описаниях и имеет приметный облик, то достаточно взять его в справочный гербарий только при первой встрече, дав ему условное название. В последующих описаниях он указывается под условным названием. В дальнейшем после определения этих растений их вносят в описание.

Оценка количественной представленности видов. Существует несколько методов глазомерного учета представленности видов. При описании травяных сообществ можно использовать следующую шкалу:

\+ – отмечается вид, который представлен на пробной площадке одним-двумя видами;

1 – отмечается вид, растения которого покрывают поверхность почвы не более чем на 5%;

2 – то же от 6 до 15%;

3 – то же от 16 до 25%;

4 – то же от 26 до 50%;

5 – то же от 51 до 100%.

В сообществах с очень густым травостоем сумма покрытий может быть больше 100%, поскольку высокие растения могут перекрывать низкие. Перекрытие может достигать 10-20%.

Характеристика антропогенного влияния. Если растительное сообщество подвержено хозяйственному использованию, нужно дать характеристику этому влиянию по его заметным результатам или по опросам населения. Например, при характеристике лугового сообщества может быть отмечено, что столько-то лет назад участок распахивался или до какого-то года использовался как пастбище, а в настоящее время используется как сенокос. Для сообществ, которые используются как кормовые угодья, принято оценивать на глаз (в процентах) соотношение видов хозяйственных групп – злаков, бобовых, разнотравья.

Пример геоботанического описания рудерального растительного сообщества

№ описания: 1

Автор: А.Ф. Хусаинов

Дата: 20.06.2016.

Местоположение: Республика Башкортостан, Чишминский район, 0,5 км. к С от села Салихово. Территория ССОЦ «Салихово».

Местообитание: бурты чернозема

Площадь описания: 9 м^2.

Проективное покрытие: 95%.

Средняя высота травостоя: 65 см.

Максимальная высота травостоя: 120 см.

Число видов в описании: 25.

№ п/п	Список видов	Обилие
1	*Sisymbrium loeselii*	5
2	*Conium maculatum*	1
3	*Carduus crispus*	1
4	*Lactuca serriola*	1
5	*Descurainia sophia*	1
6	*Tripleurospermum perforatum*	1
7	*Leonorus quinquelobatus*	1
8	*Achillea millefolium*	1
9	*Arctium tomentosum*	+
10	*Lepidium ruderale*	+
11	*Berteroa incana*	+
12	*Capsella bursa-pastoris*	+
13	*Taraxacum officinale*	+
14	*Chenopodium album*	+
15	*Galium aparine*	+
16	*Lycopsis arvensis*	+

17	*Fallopia convolvulus*	+
18	*Convolvulus arvensis*	+
19	*Chenopodium glaucum*	+
20	*Knautia arvensis*	+
21	*Arctium tomentosum*	+
22	*Thlaspi arvense*	+
23	*Polygonum arenastrum*	r
24	*Malva pussila*	r
25	*Raphanus raphanistrum*	r

Определение типа растительного сообщества

Научная классификация растительных сообществ хорошо разработана, однако она достаточно сложна. Поэтому в практической работе студента можно ограничиться рабочими названиями изучаемых сообществ. Для того чтобы дать сообществу рабочее название, нужно определить тип растительности в соответствии с «Продромусом растительных сообществ Республики Башкортостан» (Ямалов и др., 2012) (см. прил. 3). Примеры рабочих названий сообществ приведены в разделе 1.7.1.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящем учебном пособии содержатся все необходимые сведения для прохождения студентами БГПУ им. Акмуллы эколого-ботанической практики. Дан обзор основных вопросов, которые студенту следует освоить при изучении флоры и растительности. Специальное внимание уделено правилам техники безопасности (прил. 1), правилам гербаризации и методике выполнения геоботанических описаний. Приведенный в приложениях аннотированный список флоры (прил. 2) дает студенту информацию обо всех основных характеристиках видов растений, встречающихся на территории СООЦ «Салихово» и его окрестностей. Список тем для индивидуальной работы охватывает весь круг вопросов, которые входят в программу учебной практики (прил. 4). Выполнение самостоятельного исследования по выбранной теме позволит студентам получить навыки исследовательской работы, включая написание отчета.

В учебном пособии приведен список литературы, освоение которой поможет более успешно пройти эколого-ботаническую практику.

ЛИТЕРАТУРА

Абдрахманов, Р.Ф., Попов, В.Г. Гидрология Южного Предуралья. [Текст]. – Уфа, 1985. – 124 с.

Башкирская энциклопедия/ гл. ред. М. А. Ильгамов [Текст]. – Уфа: Башк. Энцикл., 2011. – 664 с. : ил., карты.

Кадильников, И.П. Геологическое строение и рельеф // Очерки по физической географии г. Уфы и его окрестностей (в помощь учителю) [Текст]. – Уфа, 1970. – С. 4-37.

Кадильников, И.П. Физико-географическое районирование Башкирской АССР/ И.П. Кадильников, А.А. Цветаев, Е.С.Смирнова, М.Ф. Хисматов [Текст]. – Уфа, 2005. – 212 с.

Климат Уфы [Текст]. – Л.: Гидрометеоиздат, 1987. – 118 с.

Красная книга Республики Башкортостан: в 2 т. Т 1 : Растения и грибы / под.ред. д-ра биол. наук, проф. Б. М. Миркина – 2-е изд., доп. и переработ. [Текст]. – Уфа: МедиаПринт, 2011. – 384 с.

Кучеров, Е.В., Лазарева, Д.Н., Десяткин, В.К. Лекарственные растения Башкирии: их использование и охрана [Текст]. – Уфа: Башкирское кн. изд-во, 1989. – 272 с.

Лавренко. Е. М. Злаки и осоки, доминирующие в степных сообществах // Растительность Европейской части СССР [Текст]. – Л.: Наука, Ленингр. отд-ние, 1980. – С. 206–220.

Миркин, Б.М, Наумова, Л.Г. Краткий энциклопедический словарь науки о растительности [Текст]. – Уфа: Гилем, Башк. энцикл., 2014. – 288 с.

Миркин, Б.М., Наумова, Л.Г. Современное состояние основных концепций науки о растительности [Текст]. – Уфа: Гилем, 2012. – 488 с.

Миркин, Б.М., Наумова, Л.Г. Экология растений Башкортостана [Текст]. – Уфа: Китап, 2010. – 248 с.

Мукатанов, А.Х. Почвенно-экологическое районирование Республики Башкортостан (почвенно-экологические округа) [Текст]. – Уфа, 1994. – 33 с.

Наумова, Л.Г., Хусаинов, А.Ф. Изучение флоры населенных пунктов как элемент экологического образования студентов биологических и географических специальностей педагогических институтов / под ред. Зас. Деят. Науки РБ и РФ, д-ра биол.н. проф. Б.М. Миркина [Текст] – Уфа: БГПИ, 1997. – 65с.

Наумова, Л.Г., Хусаинов, А.Ф. Научно-исследовательская деятельность студентов: изучение флоры населенных пунктов: учебно-методическое пособие для бакалавров и магистров [Текст] – Уфа, 2010. – 116 с.

Определитель высших растений Башкирской АССР: в 2 т./ под ред. Е.В. Кучерова [Текст] – М. : Наука, 1988. – 316 с.; – М. : Наука, 1989. – 375

с.

Раменский, Л.Г., Цаценкин, И.А., Чижиков, О.Н., Антипин, Н.А. Экологическая оценка кормовых угодий по растительному покрову [Текст] – М.: Сельхозгиз, 1956. – 472 с.

Сборник инструкций по охране труда для Башкирского педагогического университета им. М.Акмуллы. [Текст]. – Уфа : – ИПК БГПУ «ВАГАНТ», 2009. – 291 с.

Смирнова, Е.С., Кадильников, И.П., Миркин, Б.М. Растительность // Очерки по физической географии г.Уфы и его окрестностей (в помощь учителю). – Уфа, 1970. – С. 114-142.

Толмачев, А.И. Введение в географию растений [Текст]. – Л.: Изд-во Ленингр. гос. ун-та, 1974. – 244 с.

Туганаев, В.В., Пузырев. А.Н. Гемерофиты Вятско-Камского междуречья [Текст]. – Свердловск: Изд-во Уральск. Ун-та, 1988. – 128 с.

Федоров, Н.И., Жигунова, С.Н., Михайленко, О.И. Методологические основы оптимизации ресурсного использования лекарственной флоры Южного Урала [Текст]. – М.: Наука, 2013. – 212 с.

Хазиев, Ф.Х., Мукатанов, А.Х., Хабиров, И.К., Кольцова, Г.А., Габбасова, И.М., Рамазанов, Р.Я. Почвы Башкортостана. Т.1: Эколого-генетическая и агропроизводственная характеристика [Текст]. – Уфа: Гилем, 1995. – 384 с.

Хазиев, Ф.Х. Экология почв Башкортостана / Ф.Х. Хазиев [Текст]. – Уфа: АН РБ, Гилем, 2012. – 312 с.

Чишмы – край светлых родников: Научно-справочное издание / Редкол.: Р.М. Асадуллин (гл.ред.), Г.Т. Хусаинова (авт.-сост., отв. ред.), Г.А. Юмагулов и др. Уфа: Восточная печать. 2004. – 320 с.: илл.

Ямалов, С.М., Мартыненко, В.Б., Абрамова, Л.М., Голуб, В.Б., Баишева, Э.З., Баянов, А.В. Продромус растительных сообществ Республики Башкортостан [Текст]. – Уфа: АН РБ, Гилем, 2012. – 100 с.

Weber, R. Ruderalpflanzen und ihre Gesellschaften // Wittenberg – Luther stadt. A. Ziemsen Verlag. 1961. – 164 s.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1. ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ

Общие указания

1. Руководитель группы и студенты должны обеспечивать безопасное проведение учебно-полевой практики (Сборник…, 2009).

2. Все студенты и руководители перед началом полевых практик обязаны пройти медицинское освидетельствование и сделать необходимые предохранительные прививки (от клещевого энцефалита, столбняка и др.). Лица, имеющие медицинские противопоказания, а также не прошедшие иммунизацию от клещевого энцефалита по уважительным причинам, не могут быть допущены к участию в практике в полевых условиях. Такие студенты при наличии объяснительной записки и соответствующих справок или документов проходят практику по индивидуальному плану. За студентов, самовольно уклонившихся от прививок и скрывших этот факт, в случае инфицирования, администрация и руководитель группы ответственности не несут.

3. После ознакомления с правилами техники безопасности каждый студент расписывается в кафедральном «Журнале техники безопасности». К прохождению полевых практик не допускаются студенты, не прошедшие инструктаж по технике безопасности.

4. Каждая группа должна иметь набор медикаментов (анальгетики, антибиотики, антисептики, сердечные лекарства, нашатырный спирт и т.д.) и перевязочных средств (индивидуальные перевязочные пакеты, бинты шириной 10см, стерильные бинты, вата).

5. Руководитель практики обязан принимать безотлагательные меры при любом нарушении распорядка дня, дисциплины, правил техники безопасности вплоть до отстранения нарушителя от практики и отправки его в деканат.

6. Студенты находятся в распоряжении руководителя практики с момента начала и до окончания учебно-полевой практики.

7. Выход на маршрут в одиночку категорически запрещается.

8. Студент обязан содержать вверенные ему приборы, инструменты и снаряжение, а также свою одежду в чистоте и порядке.

9. Обязательно строгое соблюдение личной гигиены и гигиены питания. Продукты должны быть недоступны для мышей.

10. В связи с тем, что климат Республики Башкортостан в летнее время характеризуется повышенной неустойчивостью, необходимо быть готовым и к жарким, и к ненастным дням, к холодным ночам и сильным дождям. Одежда и обувь должны соответствовать погодным и ландшафтным условиям. Обувь на маршрутах должна быть легкой и удобной – кеды, полукеды, кроссовки, кожаные ботинки на низком каблуке (с собой иметь резиновые сапоги). В солнечную погоду одежда должна быть легкой и практичной, желательно из натуральных тканей.

При экскурсиях в открытых ландшафтах (луга, степи, посевы сельскохозяйственных культур) можно надеть шорты, футболку и обязательно легкий продуваемый головной убор. В прохладную сырую погоду, а также при посещении леса, заболоченных мест и водоемов, нужно иметь одежду с длинными рукавами из плотной ткани и соответствующие брюки. Во время переходов волосы прятать под головной убор, а шерстяную одежду надевать внутрь под куртку или штормовку. Для отпугивания комаров, клещей, мошки следует брать с собой репелленты.

11. Проводить своевременный ремонт одежды и снаряжения. Снаряжение, одежду и обувь регулярно просушивать на солнце.

12. Собирая рюкзак, к спине класть мягкие, плоские вещи; тяжелые вещи помещать внизу ближе к спине. Стремиться к тому, чтобы рюкзак имел плоскую форму и не был перекошен. Громоздкие вещи (котелок, кружки и т.д.) можно прикреплять снаружи.

13. Не ночевать (даже в спальном мешке) непосредственно на земле. Студенты должны иметь палатки и туристические коврики.

14. Палатки размещаются на ровной поверхности, на расстоянии 2–3 м одна от другой, не ближе, чем на 4–5 м от костра. В дождливую погоду палатки должны быть окопаны и накрыты полиэтиленом. Перед сном палатку и постель необходимо осмотреть на случай попадания змей, клещей, мышей. Нельзя оставлять в палатке зажженных свечей, фонарей, примусов и т.д.

15. Каждая бригада должна иметь спички в непромокаемом чехле.

16. Разводить костер можно только в местах, где пожар не может возникнуть. При разведении костра на сухой траве и в сухом хвойном лесу применять меры повышенной осторожности даже при безветренной погоде. Иметь в виду, что дрова хвойных пород дают много крупных искр и разбрасывают угольки. Использованные костры тщательно тушить, заливая водой, засыпая песком или землей.

17. Студенту запрещается:

а) бросать непогашенные спички в лесу;

б) работать и передвигаться босиком;

в) пить сырую воду из непроверенных источников, особенно отдающих сильным запахом рыбы (показатель загрязнения воды альготоксинами);

г) топтать и портить посевы сельскохозяйственных культур, зеленых насаждений;

д) трогать жгучие растения без перчаток и прикладывать к открытым участкам тела (особенно представителей семейств крапивные, зонтичные, лютиковые);

е) брать в рот, жевать и есть неизвестные растения, грибы и их части;

ж) бросать друг в друга цепляющиеся плоды растений, острые и режущие предметы;

з) собирать редкие и требующие охраны виды растений и животных;

и) брать в руки и играть с неизвестными животными – насекомыми, земноводными, пресмыкающимися и т.д.

18. Студенты должны уметь ориентироваться на местности (определение своего местонахождения относительно сторон света и местных ориентиров) без компаса и без карт.

19. Каждый студент, заметив опасность (признаки лесного пожара, наводнения и т.д.), обязан предупредить о ней руководителя, остальных студентов. При необходимости руководителю следует немедленно принять меры для эвакуации людей в безопасное место.

20. Важнейшим залогом успешного выполнения программы учебно-полевых практик и безопасности их прохождения является студенческая взаимопомощь. Чувство ответственности, готовность и умение выручить своего коллегу из беды – необходимые качества каждого участника практики.

Правила пользования транспортом

1. Во время пользования транспортом городского маршрута должны соблюдаться все требования безопасности, предусмотренные правилами дорожного движения (дожидаться требуемого транспорта на посадочной площадке, не выбегать на проезжую часть, обходить стоящий трамвай спереди, а автобусы сзади; дорогу переходить только на зеленый свет светофора и т.д.).

2. На железнодорожном вокзале выходить на посадочную платформу только по подземному переходу, не перебегать в целях экономии времени через железнодорожные пути, не переходить под вагонами стоящего состава. Не стоять близко от края посадочной площадки. Садиться в вагон и выходить из него только после полной остановки и приглашения проводника. Во время движения поезда не высовывать голову и руки в открытое окно, не пытаться открывать входную дверь вагона.

3. В пути следования на автомобильном, железнодорожном и речном транспорте выполнять все требования «Правил поведения пассажиров».

Поведение во время пеших переходов

1. При перемещении по шоссе студенты должны двигаться по левой обочине дороги колонной по одному. Категорически запрещается двигаться по проезжей части дороги.

2. Движение по маршруту осуществляется компактной группой, обеспечивающей постоянную возможность быстрой взаимной помощи.

3. Безостановочные 45-минутные пешие переходы чередуются с 15-минутными привалами.

Поведение во время грозы

1. Нельзя находиться под одиноко стоящими высокими деревьями, линиями электропередач и в водоемах, пользоваться мобильным телефоном.

Поведение в лагере

1. Каждый студент во время практики должен строго выполнять установленный распорядок дня и требования преподавателя.

2. При выполнении работ осторожно обращаться с колющережущими предметами.

3. Запрещается без разрешения преподавателя покидать лагерь.

4. Каждые два часа осматривать одежду и открытые участки тела и головы с целью обнаружения клещей. При обнаружении на теле клеща, сообщать об этом преподавателю. Впившихся клещей удалять, умерщвлять, по приезду в город, сдать на анализ в СЭС (санэпидемстанцию).

5. Запрещается самовольно разводить костры и захламлять территорию лагеря.

6. Категорически запрещается употреблять спиртные напитки и наркотические вещества.

7. Следует поддерживать чистоту и порядок в лагере, внутри палатки, помещения. Мусор, пищевые отходы, бумагу нужно собирать и относить в специально отведенное для этого место.

Поведение на воде

1. При передвижении на плавсредствах (лодках и др.) должно быть обеспечено правильное размещение людей и груза, исключающее возможность опрокидывания. Наиболее тяжелые вещи следует размещать внизу средней части лодки. Нельзя складывать груз на лодке высоко. Во время движения по воде нельзя перемещаться по лодке без особой надобности, стоять и сидеть, свесив ноги за борт.

2. Горные реки следует переходить вброд только в обуви и с шестом. При сильном течении реки переправляться можно либо цепочкой, взявшись за руки, либо небольшими группами – кружком, взявшись за плечи. При необходимости можно навесить веревочное охранение. Запрещается преодолевать реки, перепрыгивая по заломам.

3. Купаться в реках или озерах можно только с разрешения руководителя в специально отведенных местах. После еды следует купаться не ранее, чем через 1–1,5 часа. Не рекомендуется входить в воду разгоряченным. В воде следует находиться не более 15–20 минут.

Оказание первой помощи

1. Искусственное дыхание. Применяется при обмороках, солнечных

ударах, поражении электрическим током и т.д.

а) Способ Сильвестра. Стоя у изголовья пострадавшего, берут его за руки и отводят их до отказа вниз вдоль туловища и вверх. Этим достигается вдох. Через 3-4 секунды опускают руки вниз и прижимают их локтями к грудной клетке, сильно сдавливая ее. Этим достигается выдох. Подобные движения производят 12-16 раз в минуту. При переломах рук этот способ не применим.

б) Способ Шюллера. Стоя на коленях сзади или спереди пострадавшего, захватывают двумя руками его реберные дуги и производят регулярное растягивание их вбок кверху (вдох), а затем сжимание к середине книзу (выдох). Такие движения производят 13-16 раз в минуту. Искусственное дыхание нельзя прекращать до тех пор, пока пострадавший не начнет дышать самостоятельно.

2. **Помощь при потере сознания.** Потеря сознания может наступить при обмороке, сотрясении головного мозга или шоке. При обмороке освободить пострадавшего от стягивающих частей одежды: расстегнуть воротник, распустить пояс. Обеспечить доступ свежего воздуха. Уложить так, чтобы голова была ниже ног. После того как больной придет в сознание, дать выпить крепкого кофе или чая. При сотрясении головного мозга создать пострадавшему полный покой, уложить с приподнятой головой, положить на голову лед или смоченное холодной водой полотенце. При шоке освободить от стесняющей одежды, положить так, чтобы голова была ниже ног, укрыть одеялом. Дать выпить горячего кофе, чаю, таблетку кофеина.

3. Помощь при кровотечениях. Если кровотечение невелико, достаточно на кровоточащую рану положить стерильную сложенную в несколько слоев марлю и туго прибинтовать ее. Если нога или рука при этом синеет или белеет, значит, повязка наложена слишком туго и ее следует наложить свободнее. Чтобы приостановить кровотечение при ранениях крупной артерии конечностей, необходимо эту артерию сжать выше поврежденного места. При ранении крупной артерии шеи и головы необходимо сжать артерию ниже поврежденного места. Артерия прижимается только в том месте, где под ней близко находится кость. После того как прижатием (в течение 10-15мин) кровотечение, остановлено, нужно наложить давящую повязку.

4. Помощь при ушибах. Создать пострадавшему покой, накладывать на ушибленный участок тела холодные компрессы и давящие повязки.

5. Помощь при растяжении и разрывах связок. Создать пострадавшему покой. К поврежденной конечности прибинтовать шину, наложить лед или холодное мокрое полотенце, давящую повязку.

6. Помощь при вывихах. Придать поврежденной конечности наиболее удобное положение и наложить повязку. Для вправления

вывихнутого сустава направить пострадавшего в больницу.

7. Помощь при переломах. Создать поврежденной конечности покой. Если перелом открытый, наложить стерильную повязку. Для создания покоя к поврежденной конечности прибинтовать шину (металлическую, деревянную – из подсобного материала: палок, досок, коры деревьев). Шины выстилают мягким материалом и накладывают так, чтобы захватить два сустава – выше и ниже места повреждения. Во всех случаях перелома пострадавшего следует направить в больницу.

8. Помощь при солнечном или тепловом ударе. Перевести пострадавшего в тень, освободить от стягивающей одежды, придать полусидячее положение. На голову положить смоченное холодной водой полотенце, грелку или бутылку, наполненную холодной водой. При прекращении дыхания применять искусственное дыхание.

9. Помощь при отравлениях. Прежде всего, промыть желудок. Для этого дать пострадавшему выпить несколько стаканов теплой воды, а затем, раздражая заднюю стенку глотки пальцами, вызвать рвоту. После этого дать слабительное. Первая помощь при отравлениях сопровождается приемом внутрь активированного угля (адсорбирующее), слабого раствора перманганата калия (окисляющее), раствора пищевой соды или кислого питья (нейтрализующие), молока или киселя (обволакивающее). При ослаблении сердечной деятельности поить горячим чаем или кофе, дать таблетку кофеина.

10. Помощь при укусах ядовитых змей. В этих случаях помощь должна быть оказана как можно быстрее. Прежде всего нужно отсосать яд из ранки, постоянно его сплевывая. В течение 5–7мин, после укуса отсасывание дает возможность удалять до 40% яда, через 15–30 мин. удается удалить только 10% яда. Во время отсасывания целесообразно массировать область укуса по направлению к ранке. При первых признаках отека отсасывание следует прекратить, место укуса обработать антисептиком, наложить стерильную повязку. Затем, необходимо ограничить подвижность пострадавшего. Если змея укусила ногу, прибинтуйте ее к другой ноге и, подложив что-либо, слегка приподнимите их. При укусе руки зафиксируйте ее в согнутом положении. Пострадавшему дайте больше питья, чтобы скорее вывести яд и немедленно доставьте его в лечебное учреждение. Ни в коем случае нельзя накладывать жгут. Во-первых, он не препятствует проникновению яда в вышележащие ткани. Во-вторых, жгут, пережимая сосуды, способствует еще большему нарушению обмена веществ в тканях поврежденной конечности. Прижигание места укуса раскаленными предметами неэффективно, потому что длина ядовитых зубов у змей достигает подчас более сантиметра, благодаря чему яд вводится глубоко в мышцы и поверхностное прижигание не способно его разрушить.

11. Помощь при ожогах. При ожоге первой степени появляется

краснота, припухлость, жжение. В этом случае достаточно на пораженный участок наложить повязку из 2 – 5% раствора перманганата калия. При ожоге второй степени помимо красноты и припухлости, образуются пузыри, наполненные жидкостью. Пузыри вскрывать не следует. На пораженное место нужно наложить повязку из спирта или 2-5% раствора перманганата калия. При дальнейших перевязках прилипшие к ране части бинта не сдирать, а обрезать; но мере заживления обожженной поверхности они отделяются сами. Полезно дать пострадавшему обильное горячее питье. При ожогах третьей степени кожа и лежащие под ней ткани мертвеют. В таких случаях необходимо на пораженную поверхность наложить стерильную повязку и как можно скорее доставить пострадавшего в больницу.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2. ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВИДОВ ФЛОРЫ ТЕРРИТОРИИ СООЦ САЛИХОВО И ЕГО ОКРЕСТНОСТЕЙ

№ п/п	Вид	Семейство	Жизненная форма	Экологический спектр	Фитосоциологический статус	Биогеографические координаты		Характеристика адвентивных видов	Хозяйственное значение
						отношение к географической долготе	отношение к географической широте		
1.	*Acer negundo* L. Клен американский	Aceraceae	МкФ	Мез	Rob.	Пр.	Пл.	ЭК,ЭР,АГ	Др,Пер
2.	*Acer platanoides* L. Клен платоновидный	Aceraceae	МкФ	Мез	Q-F.	Е.	Нем.	-	Д,Др,И,Кр,М,П,Пер,Под
3.	*Achillea millefolium* L. Тысячелистник обыкновенный	Asteraceae	ГК	Мез	M-A.	ЕА.	Пл.	-	И,Кр,Л,М,Пр,Эф
4.	*Aconitum lycoctonum* L. Борец северный	Ranunculaceae	ГК	Мез	Q-F.	ЕА.	Нем-Бор.	-	И,Л,Я
5.	*Aconogonon alpinum* (All.) Schur Таран альпийский	Polygonaceae	ГК	Мез	M-A.	ЕА.	Нем.	-	Дуб,К,Кр,Л,М,П
6.	*Adonis vernalis* L. Адонис весенний	Ranunculaceae	ГК	Мез	F-B.	ЕА.	Лс-Ст.	-	Д,Л,Я
7.	*Aegopodium podagraria* L. Сныть обыкновенная	Apiaceae	К	Мез	Q-F.	ЕА.	Нем-Бор.	-	К,Л,М,П
8.	*Agrimonia asiatica* Juz. Репейничек азиатский	Rosaceae	ГК	Мез	T-G.	ЕА.	Лс.	-	Дуб,Кр,Л,М
9.	*Agropyron pectinatum* (Bieb.) Beauv. Житняк гребневидный	Poaceae	ГК	КсМез	F-B.	ЕА.	Лс-Ст.	-	К
10.	*Agrostis gigantea* Roth Полевица гигантская	Poaceae	ГК	ГигМез	M-A.	Е.	Пл.	-	Д,К
11.	*Agrostis stolonifera* L. Полевица побегообразующая	Poaceae	ГК	Гиг	P-P.	ЕА.	Пл.	-	Д,К
12.	*Agrostis tenuis* Sibth. Полевица тонкая	Poaceae	ГК	Мез	M-A.	ЕА.	Пл.	-	К

13.	*Alisma plantago-aquatica* L. Частуха подорожниковая	Alismataceae	Г	Гид	Ph-M.	Пр.	Пл.	-	Л,П,М,Я
14.	*Allium globosum* Bieb. ex Redoute Лук шаровидный	Alliaceae	К	МезКс	F-B.	ЕА.	Ст.	-	Д,П
15.	*Allium rubens* Schrad. ex Willd. Лук красноватый	Alliaceae	К	КсМез	F-B.	ЕА.	Ст.	-	Д,П
16.	*Allium strictum* Schrad. Лук прямой	Alliaceae	К	КсМез	F-B.	ЕА.	Лс.	-	Д,П
17.	*Alnus incana* (L.) Moench Ольха серая	Betulaceae	МзФ	МезГиг	Aln.	ЕА.	Пл.	-	Д,Др,Дуб,Кр,Л,Пер
18.	*Alopecurus aequalis* Sobol. Лисохвост тростниковый	Poaceae	ГК	Гиг	-	Пр.	Пл.	-	К
19.	*Alopecurus pratensis* L. Лисохвост луговой	Poaceae	ГК	ГигМез	M-A.	ЕА.	Пл.	-	К
20.	*Alyssum tortuosum* Waldst. et Kit. ex Willd. Бурачок извилистый	Brassicaceae	Х	МезКс	F-B.	ЕА.	Лс-Ст.	-	Д,М
21.	*Alyssum turkestanicum* Regel et Schmalh. Бурачок туркестанский	Brassicaceae	Т	МезКс	P-A.	ЕА.	Ст.	ЭК,КС,АГ	М
22.	*Amaranthus blitoides* S. Wats. Щирица жминдовидная	Amaranthaceae	Т	КсМез	Stel.	Пр.	Пл.	ЭК,КС,ЭП	К,С
23.	*Amaranthus retroflexus* L. Щирица запрокинутая	Amaranthaceae	Т	Мез	Stel.	Пр.	Пл.	ГК,КС,ЭП	К,П,С
24.	*Amoria fragifera* (L.) Roskov Амория (Клевер) земляничная	Fabaceae	ГК	МезГиг	F-P.	ЕА.	Лс.	-	К,М
25.	*Amoria montana* (L.) Soják Амория (Клевер) горная	Fabaceae	ГК	КсМез	M-A.	ЕА.	Пл.	-	К,М
26.	*Amoria repens* (L.) C. Presl Амория (Клевер) ползучая	Fabaceae	ГК	Мез	P-P.	Пр.	Пл.	-	К,М
27.	*Androsace septentrionalis* L. Проломник северный	Primulaceae	Т	КсМез	-	Пр.	Пл.	-	Л
28.	*Anemomoides ranunculoides* (L.) Holub Ветреничка лютиковидная	Ranunculaceae	К	Мез	Q-F.	Е.	Нем.	-	Д,Пер,Я
29.	*Anemone sylvestris* L. Ветреница лесная	Ranunculaceae	ГК	КсМез	-	ЕА.	Пл.	-	Д,Л,Пер,Я

30.	*Anethum graveolens* L. Укроп пахучий	Apiaceae	Т	Мез	-	Пр.	Пл.	ГК,ЭР,ЭФ	Л,П,Пр,Эф
31.	*Anthriscus sylvestris* (L.) Hoffm. Купырь лесной	Apiaceae	ГК	Мез	Q-F.	ЕА.	Нем.	-	К,Кр,М,П
32.	*Arctium lappa* L. Лопух большой	Asteraceae	ГК	Мез	Art.	ЕА.	Пл.	-	К,Л,М,П
33.	*Arctium tomentosum* Mill. Лопух войлочный	Asteraceae	ГК	Мез	Art.	ЕА.	Пл.	-	К,П
34.	*Arenaria serpyllifolia* L. Песчанка тимьянолистная	Caryophyllaceae	Т	КсМез	-	ЕА.	Лс.	-	-
35.	*Artemisia absinthium* L. Полынь горькая	Asteraceae	ГК	Мез	Art.	ЕА.	Пл.	АР,АК,ЭП	К,Л,П,Пр,С,Эф
36.	*Artemisia armeniaca* Lam. Полынь армянская	Asteraceae	ГК	МезКс	-	ЕА.	Пл.	-	К,Эф
37.	*Artemisia austriaca* Jacq. Полынь австрийская	Asteraceae	ГК	МезКс	On.	ЕА.	Пл.	АР,АК,АГ	К,Эф
38.	*Artemisia campestris* L. Полынь полевая	Asteraceae	Х	КсМез	F-B.	ЕА.	Пл.	-	К,Эф
39.	*Artemisia rupestris* L. Полынь скальная	Asteraceae	Х	МезКс	F-P.	ЕА.	Ст.	-	-
40.	*Artemisia sericea* Web. Полынь шелковистая	Asteraceae	Х	КсМез	F-B.	ЕА.	Пл.	-	К,Эф
41.	*Artemisia vulgaris* L. Полынь обыкновенная	Asteraceae	ГК	МезКс	Art.	ЕА.	Пл.	-	И,К,Л,Пр,С
42.	*Asparagus officinalis* L. Спаржа лекарственная	Asparagaceae	К	МезКс	M-A.	ЕА.	Лс-Ст.	-	Д,Л,П,Пер,Я
43.	*Astragalus austriacus* Jacq. Астрагал австрийский	Fabaceae	ГК	КсМез	-	ЕА.	Лс-Ст.	-	К,М
44.	*Astragalus cicer* L. Астрагал нутовый	Fabaceae	ГК	Мез	T-G.	ЕА.	Лс.	-	К,М
45.	*Astragalus cornutus* Pall. Астрагал рогоплодный	Fabaceae	НФ	МезКс	F-B.	ЕА.	Ст.	-	Д,К,М
46.	*Astragalus danicus* Retz. Астрагал датский	Fabaceae	ГК	Мез	M-A.	Пр.	Пл.	-	К,М
47.	*Astragalus onobrychis* L. Астрагал эспарцетовый	Fabaceae	ГК	КсМез	-	ЕА.	Лс-Ст.	-	К,М
48.	*Atriplex patula* L. Лебеда раскидистая	Chenopodiaceae	Т	Мез	Stel.	Пр.	Пл.	ГК,КС,ЭП	С

49.	*Atriplex prostrata* Boucher ex DC. Лебеда простертая	Chenopodiaceae	Т	Мез	F-P.	ЕА.	Лс.	ГК,КС,ЭП	С
50.	*Atriplex sagittata* Borkh. Лебеда лоснящаяся	Chenopodiaceae	Т	Мез	Stel.	ЕА.	Пл.	ГК,КС,ЭП	С
51.	*Atriplex tatarica* L. Лебеда татарская	Chenopodiaceae	Т	КсМез	Stel.	Пр.	Лс.	ГК,КС,ЭП	С
52.	*Avena fatua* L. Овес пустой	Poaceae	Т	Мез	Stel.	ЕА.	Пл.	ГК,КС,ЭП	К,С
53.	*Barbarea arcuata* (Opiz ex J. et C. Presl) Reichenb. Сурепка дуговидная	Brassicaceae	ГК	Мез	-	Е.	Пл.	-	Л,М,С,Я
54.	*Bassia sedoides* (Pall.) Aschers. Бассия очитковидная	Chenopodiaceae	Т	МезКс	P-A.	ЕА.	Ст.	ЭК,КС,ЭП	-
55.	*Beckmannia eruciformis* (L.) Host Бекмания обыкновенная	Poaceae	ГК	Гиг	Ph-M.	ЕА.	Пл.	-	К
56.	*Berteroa incana* (L.) DC. Икотник серый	Brassicaceae	ГК	КсМез	On.	ЕА.	Пл.	ГК,КС,ЭП	М,С
57.	*Betula pendula* Roth Береза повислая	Betulaceae	МзФ	Мез	Q-F.	ЕС.	Пл.	-	Д,Др,Дуб,К,Кр,Л,Пер,Под,Сах,Эф
58.	*Bidens cernua* L. Череда поникшая	Asteraceae	Т	Гиг	Ph-M.	Пр.	Пл.	-	Пер
59.	*Bidens tripartita* L. Череда трехраздельная	Asteraceae	Т	Гиг	Bid.	Пр.	Пл.	-	Кр,Л,М
60.	*Bolboschoenus maritimus* (L.) Palla Клубнекамыш морской	Cyperaceae	Г	Гиг	Ph-M.	Пр.	Пл.	-	К,П
61.	*Brassica campestris* L. Капуста полевая	Brassicaceae	Т	Мез	Stel.	Е.	Пл.	АР,КС,ЭП	Жм,К,М,С
62.	*Brassica napus* L. Брюква	Brassicaceae	Т	Мез	Stel.	Е.	Пл.	АР,КС,ЭП	Жм,К,М,С
63.	*Bromopsis inermis* (Leyss.) Holub Кострец безостый	Poaceae	ГК	Мез	F-B.	Пр.	Пл.	-	К
64.	*Bryonia alba* L. Переступень белый	Cucurbitaceae	Г	Мез	-	ЕА.	Пл.	ЭК,ЭР,ЭФ	Д,Л,М,Я
65.	*Bunias orientalis* L.	Brassicaceae	ГК	Мез	On.	ЕА.	Пл.	ЭК,КС,ЭП	К,М,П,С

	Свербига восточная								
66.	*Butomus umbellatus* L. Сусак зонтичный	Butomaceae	Г	Гиг	Ph-M.	ЕА.	Пл.	-	К,М,П
67.	*Calamagrostis epigeios* (L.) Roth Вейник наземный	Poaceae	ГК	КсМез	Agr.	ЕА.	Пл.	-	К,Тех
68.	*Calystegia sepium* (L.) R. Br. Повой заборный	Convolvulaceae	ГК	Гиг	Sal.	Пр.	Пл.	-	Д,Л,М
69.	*Camelina microcarpa* Andrz. Рыжик мелкоплодный	Brassicaceae	Т	КсМез	Stel.	ЕА.	Пл.	ГК,КС,АГ	Жм,С
70.	*Campanula bononiensis* L. Колокольчик болонский	Campanulaceae	ГК	КсМез	T-G.	ЕА.	Пл.	-	Д,М
71.	*Campanula patula* L. Колокольчик раскидистый	Campanulaceae	ГК	Мез	-	ЕС.	Пл.	-	Д,М
72.	*Campanula sibirica* L. Колокольчик сибирский	Campanulaceae	ГК	КсМез	T-G.	ЕА.	Пл.	-	-
73.	*Campanula trachelium* L. Колокольчик крапиволистный	Campanulaceae	ГК	Мез	Q-F.	ЕА.	Нем.	-	Д,М,П
74.	*Cannabis ruderalis* Janisch. Конопля сорная	Cannabaceae	Т	Мез	Stel.	Пр.	Пл.	АР,КС,ЭП	Вол,Жм,Л,П,Пер,С
75.	*Capsella bursa-pastoris* (L.)Medik. Пастушья сумка обыкновенная	Brassicaceae	Т	Мез	Stel.	Пр.	Пл.	ЭК,КС,ЭП	Жм,Л,М,П,С
76.	*Caragana arborescens* Lam. Карагана древовидная	Fabaceae	НФ	Мез	-	А.	Лс.	ГК,КС,АГ	Д,Кр,М,Под
77.	*Caragana frutex* (L.) C. Koch Карагана кустарниковая	Fabaceae	НФ	КсМез	F-B.	ЕА.	Ст.	-	Д,М
78.	*Carduus acanthoides* L. Чертополох колючий	Asteraceae	ГК	КсМез	On.	ЕА.	Пл.	ЭК,КС,ЭП	М,С
79.	*Carduus crispus* L. Чертополох курчавый	Asteraceae	ГК	КсМез	On.	ЕА.	Пл.	ЭК,КС,ЭП	М,С
80.	*Carduus thoermeri* Weinm. Чертополох Термера	Asteraceae	ГК	КсМез	On.	ЕА.	Ст.	ЭК,КС,АГ	М,С
81.	*Carduus uncinatus* Bieb. Чертополох крючковатый	Asteraceae	ГК	КсМез	Art.	ЕА.	Лс.	ЭК,КС,ЭП	М,С
82.	*Carex acuta* L. Осока острая	Cyperaceae	Г	Гиг	Ph-M.	ЕС.	Пл.	-	К,Тех,Цел
83.	*Carex acutiformis* Ehrh.	Cyperaceae	Г	Гиг	Ph-M.	ЕА.	Пл.	-	К

	Осока заостренная								
84.	*Carex cespitosa* L. Осока дернистая	Cyperaceae	ГК	Гиг	Ph-M.	ЕА.	Пл.	-	К,Цел
85.	*Carex praecox* Schreb. Осока ранняя	Cyperaceae	К	КсМез	F-B.	ЕА.	Лс.	-	К,Тех
86.	*Carex riparia* Curt. Осока береговая	Cyperaceae	ГК	Гиг	Ph-M.	ЕА.	Пл.	-	К,Тех,Цел
87.	*Carex vesicaria* L. Осока пузырчатая	Cyperaceae	ГК	Гиг	Ph-M.	Е.	Пл.	-	К,Цел
88.	*Carex vulpina* L. Осока лисья	Cyperaceae	ГК	МезГиг	Ph-M.	ЕА.	Нем-Бор.	-	К
89.	*Carum carvi* L. Тмин обыкновенный	Apiaceae	ГК	Мез	M-A.	ЕА.	Пл.	-	Жм,К,Л,М,П,Пр,Эф
90.	*Centaurea cyanus* L. Василек синий	Asteraceae	Т	Мез	Stel.	Е.	Пл.	АР,КС,ЭП	Л,М,С
91.	*Centaurea × dobroczaevae* Tzvalev Василек Доброчаевой	Asteraceae	ГК	КсМез	-	ЕА.	Лс.	-	М
92.	*Centaurea marschalliana* Spreng. Василек Маршалла	Asteraceae	ГК	КсМез	F-B.	ЕА.	Лс.	-	Д,М
93.	*Centaurea pseudomaculosa* Dobrosz. Василек ложнопятнистый	Asteraceae	ГК	КсМез	-	ЕА.	Лс.	-	М
94.	*Centaurea scabiosa* L. Василек шероховатый	Asteraceae	ГК	КсМез	F-B.	ЕА.	Лс.	-	М
95.	*Centaurea sibirica* L. Василек сибирский	Asteraceae	ГК	КсМез	F-B.	ЕА.	Лс.	-	Д,М
96.	*Cerasus fruticosa* Pall. Вишня кустарниковая	Rosaceae	НФ	КсМез	F-B.	ЕА.	Ст.	-	Д,М,П
97.	*Ceratophyllum demersum* L. Роголистник погруженный	Ceratophyllaceae	Т	Гид	-	Пр.	Пл.	-	-
98.	*Chamaecytisus ruthenicus* (Fisch. ex Woloszcz.) Klaskova Ракитник русский	Fabaceae	НФ	КсМез	Q-F.	Е.	Ст.	-	Д,М
99.	*Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop. Иван-чай узколистный	Onagraceae	ГК	Мез	Epi.	Пр.	Пл.	-	Вол,Д,Дуб,Жм,К,Л,М,П,С

100.	*Chelidonium majus* L. Чистотел большой	Papaveraceae	ГК	Мез	Rob.	ЕА.	Пл.	-	Жм,И,Кр,Л,Пер,С,Я
101.	*Chenopodium album* L. Марь белая	Chenopodiaceae	Т	Мез	Stel.	Пр.	Пл.	-	Жм,К,Кр,П,Пер,С,Тех
102.	*Chenopodium glaucum* L. Марь сизая	Chenopodiaceae	Т	Мез	Р-Р.	ЕА.	Лс.	ГК,АК,ЭП	С
103.	*Chenopodium urbicum* L. Марь городская	Chenopodiaceae	Т	Мез	Stel.	ЕА.	Пл.	ГК,КС,ЭП	П,С
104.	*Cichorium intybus* L. Цикорий обыкновенный	Asteraceae	ГК	КсМез	On.	ЕА.	Пл.	-	К,Л,М,П
105.	*Cirsium setosum* (Willd.) Bess. Бодяк щетинистый	Asteraceae	ГК	Мез	Stel.	ЕА.	Пл.	-	Л,М,С
106.	*Cirsium vulgare* (Savi) Ten. Бодяк обыкновенный	Asteraceae	ГК	Мез	On.	ЕА.	Лс.	-	М,С
107.	*Collomia linearis* Nutt. Колломия линейная	Polemoniaceae	Т	Мез	Stel.	Пр.	Пл.	ЭК,КС,ЭП	С
108.	*Conium maculatum* L. Болиголов крапчатый	Apiaceae	ГК	Мез	Art.	Пр.	Пл.	АР,КС,ЭП	Л,С,Я
109.	*Consolida regalis* S.F. Gray Консолида полевая	Ranunculaceae	Т	Мез	Stel.	ЕА.	Пл.	АР,КС,ЭП	Жр,Д,И,Кр,Л,М,С,Я
110.	*Convallaria majalis* L. Ландыш майский	Convallariaceae	К	Мез	Q-F.	Е.	Нем.	ЭК,ЭР,ЭФ	Д,Л,Я
111.	*Convolvulus arvensis* L. Вьюнок полевой	Convolvulaceae	ГК	Мез	Stel.	Пр.	Пл.	АР,КС,ЭП	К,Л,М,С
112.	*Conyza canadensis* (L.) Cronq. Мелколепестник канадский	Asteraceae	Т	Мез	Stel.	Пр.	Пл.	ЭК,КС,ЭП	Л,С,Эф
113.	*Corispermum pallasii* Steven Верблюдка восточная	Chenopodiaceae	Т	КсМез	-	ЕА.	Пл.	ЭК,КС,ЭФ	-
114.	*Corylus avellana* L. Лещина обыкновенная	Betulaceae	НФ	Мез	Q-F.	Е.	Нем.	-	Д,Дуб,Жм,Кр,П,Пер,Тех
115.	*Crepis tectorum* L. Скерда кровельная	Asteraceae	Т	Мез	Stel.	ЕА.	Пл.	-	С
116.	*Cuscuta europaea* L. Повилика европейская	Cuscutaceae	Т	Мез	-	ЕА.	Пл.	-	Л, Я
117.	*Cynoglossum officinale* L. Чернокорень лекарственный	Boraginaceae	ГК	КсМез	On.	ЕА.	Пл.	ЭК,КС,ЭП	И,Л,М,Я,С
118.	*Dactylis glomerata* L. Ежа сборная	Poaceae	ГК	Мез	М-А.	ЕА.	Пл.	-	К

119.	*Deschampsia cespitosa* (L.) Beauv. Щучка дернистая	Poaceae	ГК	ГигМез	M-A.	ЕА.	Пл.	-	К,Тех
120.	*Descurainia sophia* (L.) Webb ex Prantl Дескурайния Софьи	Brassicaceae	Т	Мез	Stel.	ЕА.	Пл.	АР,КС,ЭП	Л,С,Я
121.	*Dianthus versicolor* Fisch. ex Link Гвоздика разноцветная	Caryophyllaceae	ГК	КсМез	M-A.	ЕА.	Лс-Ст.	-	Д,Л,М
122.	*Dracocephalum thymiflorum* L. Змееголовник тимьяноцветный	Lamiaceae	Т	КсМез	On.	ЕА.	Пл.	-	М,С
123.	*Echinochloa crusgalli* (L.) Beauv. Куриное просо	Poaceae	Т	Мез	Stel.	Пр.	Пл.	АР,КС,ЭП	К,П,С
124.	*Echinocystis lobata* (Michx.) Torr. et Gray Ехиноцистис лопастной	Cucurbitaceae	Т	Мез	G-U.	Пр.	Пл.	ЭК,ЭР,АГ	Д,М,С
125.	*Echinops crispus* S. Majorov Мордовник обыкновенный	Asteraceae	ГК	КсМез	F-B.	ЕА.	Ст.	-	Л,М
126.	*Echinops sphaerocephalus* L. Мордовник шароголовый	Asteraceae	ГК	КсМез	On.	ЕА.	Лс-Ст.	-	Л,М
127.	*Echium vulgare* L. Синяк обыкновенный	Boraginaceae	ГК	КсМез	On.	ЕА.	Пл.	ЭК,КС,ЭП	Кр,Л,М,С,Я
128.	*Eleocharis palustris* (L.) Roem. et Schult. Болотница болотная	Cyperaceae	Г	Гиг	Ph-M.	Пр.	Пл.	-	-
129.	*Elisanthe noctiflora* (L.) Willk. Элизанта ночецветная	Caryophyllaceae	Т	Мез	Stel.	ЕА.	Пл.	АР,КС,ЭП	С
130.	*Elodea canadensis* Michx. Элодея канадская	Hydrocharitaceae	Г	Гид	Pot.	Пр.	Пл.	ЭК,КС,АГ	К
131.	*Elytrigia repens* (L.) Nevski Пырей ползучий	Poaceae	К	Мез	Agr.	ЕА.	Пл.	-	К,Л,П,С
132.	*Ephedra distachya* L. Эфедра обыкновенная	Ephedraceae	НФ	Кс	F-B.	ЕА.	Ст.	-	Л,П,Я
133.	*Epilobium hirsutum* L. Кипрей волосистый	Onagraceae	ГК	Гиг	Bid.	Пр.	Пл.	-	Д,К,М
134.	*Epilobium montanum* L. Кипрей болотный	Onagraceae	ГК	Мез	Bid.	Пр.	Пл.	-	К

135.	*Epilobium palustre* L. Кипрей болотный	Onagraceae	ГК	Гиг	Bid.	Пр.	Пл.	-	К
136.	*Epilobium tetragonum* L. Кипрей четырехгранный	Onagraceae	ГК	ГигМез	Ph-M.	Пр.	Пл.	-	-
137.	*Equisetum arvense* L. Хвощ полевой	Equisetaceae	К	Мез	Stel.	Пр.	Пл.	-	Кр,Л,П,С,Я,
138.	*Equisetum fluviatile* L. Хвощ речной	Equisetaceae	Г	Гиг	Ph-M.	Пр.	Пл.	-	Я
139.	*Equisetum pratense* Ehrh. Хвощ полевой	Equisetaceae	К	Мез	Q-F.	Пр.	Пл.	-	Я
140.	*Equisetum sylvaticum* L. Хвощ лесной	Equisetaceae	К	Мез	Q-F.	Пр.	Пл.	-	Я
141.	*Eremogone longifolia* (Bieb) Fenzl Еремогоне длиннолистная	Caryophyllaceae	ГК	КсМез	F-B.	ЕА.	Лс-Ст.	-	Д,К
142.	*Erigeron podolicus* Bess. Мелколепестник подольский	Asteraceae	ГК	КсМез	-	Пр.	Пл.	-	-
143.	*Erodium cicutarium* (L.) L'Her. Аистник цикутный	Geraniaceae	Т	Мез	Stel.	Пр.	Пл.	АР,КС,ЭП	Л,М,С
144.	*Erophila verna* (L.) Bess. Веснянка весенняя	Brassicaceae	Т	КсМез	-	ЕА.	Пл.	ГК,КС,АГ	-
145.	*Eryngium planum* L. Синеголовник плосколистный	Apiaceae	ГК	МезКс	F-B.	ЕА.	Лс-Ст.	-	Д,Л,М
146.	*Erysimum cheiranthoides* L. Желтушник левкойный	Brassicaceae	Т	Мез	Stel.	ЕА.	Пл.	-	Л,М,С,Я
147.	*Euphorbia seguieriana* Neck. Молочай Сегье	Euphorbiaceae	ГК	МезКс	F-B.	ЕА.	Лс-Ст.	-	Кр,Л,Я
148.	*Euphorbia virgata* Waldst. et Kit. Молочай прутьевидный	Euphorbiaceae	ГК	КсМез	On.	ЕА.	Лс-Ст.	-	И,Кр,Л,М,Я
149.	*Fagopyrum esculentum* Moench Гречиха посевная	Polygonaceae	Т	Мез	-	ЕА.	Пл.	АР,ЭР,ЭФ	М,П
150.	*Falcaria vulgaris* Bernh. Резак обыкновенный	Apiaceae	ГК	МезКс	Agr.	ЕА.	Ст.	-	-
151.	*Fallopia convolvulus* (L.) A. Love Фаллопия вьющаяся	Polygonaceae	Т	Мез	Stel.	Пр.	Пл.	АР,КС,ЭП	Дуб,К,Кр,Л,М,П,С
152.	*Festuca pratensis* Huds.	Poaceae	ГК	Мез	M-A.	ЕА.	Пл.	-	К

	Овсяница луговая								
153.	*Festuca pseudovina* Hack. ex Wiesb. Овсяница ложноовечья	Poaceae	ГК	КсМез	F-B.	ЕА.	Лс-Ст.	-	Д,К
154.	*Festuca valesiaca* Gaudin Овсяница валисская	Poaceae	ГК	Кс	F-B.	ЕА.	Ст.	-	К
155.	*Ficaria verna* Huds Чистяк весенний	Ranunculaceae	ГК	Гиг	-	Е.	Пл.	-	Д,Л,П,Я
156.	*Filipendula ulmaria* (L.) Maxim. Лабазник вязолистный	Rosaceae	ГК	Гиг	М-А.	ЕА.	Пл.	-	Л,М
157.	*Filipendula vulgaris* Moench Лабазник обыкновенный	Rosaceae	ГК	КсМез	F-B.	ЕА.	ПЛ.	-	Д,К,М,П
158.	*Fragaria viridis*(Duch.) Weston Земляника зеленая	Rosaceae	ГК	КсМез	F-B.	ЕА.	Лс-Ст.	-	Л,М,П
159.	*Gagea minima* (L.) Ker-Gawl. Гусиный лук желтый	Liliaceae	К	Мез	Q-F.	Е.	Нем.	-	-
160.	*Galatella angustissima* (Tausch) Novopokr. Солонечник узколистный	Asteraceae	ГК	КсМез	F-B.	ЕА.	Лс-Ст.	-	-
161.	*Galega orientalis* Lam. Солонечник мохнатая	Fabaceae	ГК	КсМез	-	ЕА.	ПЛ.	ЭК,ЭР,ЭП	Д,К,М
162.	*Galeopsis bifida* Boenn. Пикульник двунадрезный	Lamiaceae	Т	КсМез	Stel.	ЕА.	Пл.	АР,КС,ЭП	Жм,М,С,Я
163.	*Galeopsis ladanum* L. Пикульник ладанниковый	Lamiaceae	Т	КсМез	Stel.	ЕА.	Пл.	АР,КС,ЭП	Жм,М,С,Я
164.	*Galium album* Mill. Подмаренник белый	Rubiaceae	ГК	Мез	М-А.	Пр.	Пл.	-	Я
165.	*Galium aparine* L. Подмаренник цепкий	Rubiaceae	Т	Мез	Stel.	Пр.	Пл.	-	Я
166.	*Galium boreale* L. Подмаренник северный	Rubiaceae	ГК	Мез	М-А.	Пр.	Пл.	-	Кр, М,Я
167.	*Galium mollugo* L. Подмаренник мягкий	Rubiaceae	ГК	Мез	М-А.	ЕА.	Пл.	-	Кр,М,Я
168.	*Galium odoratum* (L.) Scop. Подмаренник душистый	Rubiaceae	Г	Мез	Q-F.	ЕА.	Нем.	-	И,Кр,Л,М,Пр
169.	*Galium palustre* L. Подмаренник болотный	Rubiaceae	ГК	Гиг	Ph-M.	ЕА.	Пл.	-	Я
170.	*Galium tinctorium* (L.) Scop.	Rubiaceae	ГК	МезКс	T-G.	ЕА.	Ст.	-	Я

	Подмаренник красильный								
171.	*Galium verum* L. Подмаренник настоящий	Rubiaceae	ГК	КсМез	М-А.	ЕА.	Пл.	-	К, Кр,Л,М,Я
172.	*Gentiana pneumonanthe* L. Горечавка легочная	Gentianaceae	ГК	Мез	М-А.	ЕА.	Нем-Лс.	-	Д,Л,Кр,М
173.	*Geranium pratense* L. Герань луговая	Geraniaceae	ГК	Мез	М-А.	ЕА.	Нем-Бор.	-	Д,К,Кр,Л,М
174.	*Geranium sibiricum* L. Герань сибирская	Geraniaceae	ГК	Мез	Art.	ЕА.	Пл.	ЭК,КС,ЭП	Кр,М
175.	*Geum rivale* L. Гравилат речной	Rosaceae	ГК	МезГиг	М-А.	Пр.	Пл.	-	Дуб,Л,М,П
176.	*Geum urbanum* L. Гравилат городской	Rosaceae	ГК	Мез	Q-F.	ЕА.	Лс.	-	Дуб,И,Кр,Л,М,П,Пр
177.	*Glechoma hederacea* L. Будра плющевидная	Lamiaceae	ГК	Мез	Sal.	ЕА.	Пл.	-	Л,М,Эф,Я
178.	*Glyceria lithuanica* (Gorski) Gorski Манник литовский	Poaceae	ГК	Гиг	-	Е.	Бор.	-	-
179.	*Glyceria maxima* (C. Hartm.) Holmb. Манник большой	Poaceae	ГК	ГидГиг	Ph-M.	Пр.	Пл.	-	К,Тех
180.	*Gypsophila altissima* L. Качим высокий	Caryophyllaceae	ГК	КсМез	F-B.	ЕА.	Лс-Ст.	-	Я
181.	*Hedysarum grandiflorum* Pall. Копеечник крупноцветковый	Fabaceae	ГК	МезКс	F-B.	Е.	Ст.	-	Д,К,М
182.	*Helianthus annuus L.* Подсолнечник однолетний	Asteraceae	Т	Мез	-	Пр.	Пл.	ЭК,ЭР,ЭФ	Жм,К,П
183.	*Helictotrichon desertorum* (Less.) Nevski Овсец пустынный	Poaceae	ГК	КсМез	F-B.	ЕА.	Лс-Ст.	-	К
184.	*Heracleum sibiricum* L. Борщевик сибирский	Apiaceae	ГК	Мез	М-А.	ЕА.	Пл.	-	К,Кр,М,Л,П
185.	*Hieracium virosum* Pall. Ястребинка ядовитая	Asteraceae	ГК	КсМез	F-B.	ЕА.	Лс-Ст.	-	Я
186.	*Humulus lupulus* L. Хмель обыкновенный	Cannabaceae	ГК	ГигМез	Sal.	Пр.	Пл.	-	Вол,Д,Л,П,Пер,Пр
187.	*Hyoscyamus niger* L. Белена черная	Solanaceae	Т	КсМез	On.	ЕА.	Пл.	АР,КС,ЭП	И,Л,М,Я

188.	*Hypericum perforatum* L. Зверобой продырявленный	Hypericaceae	ГК	Мез	T-G.	ЕА.	Пл.	-	Дуб,Кр,Л,М,П,Пер
189.	*Inula britannica* L. Девясил британский	Asteraceae	ГК	Мез	P-P.	ЕА.	Пл.	-	К,Л,М
190.	*Inula hirta* L. Девясил шершавый	Asteraceae	ГК	КсМез	T-G.	Пр.	Пл.	-	М
191.	*Iris germanica* L. Ирис германский	Iridaceae	К	Мез	-	Пр.	Пл.	ЭК,ЭР,ЭФ	Д
192.	*Juncus articulatus* L. Ситник членистый	Juncaceae	ГК	Гиг	-	Пр.	Пл.	-	К
193.	*Juncus ambiguus* Guss. Ситник сомнительный	Juncaceae	Т	Гиг	-	Пр.	Пл.	-	К
194.	*Juncus gerardii* Loisel. Ситник Жерара	Juncaceae	ГК	ГигМез	S-J.g.	ЕА.	Пл.	-	К
195.	*Knautia arvensis* (L.) Coult. Короставник полевой	Dipsacaceae	ГК	Мез	M-A.	ЕА.	Пл.	-	Кр,М
196.	*Kochia scoparia* (L.) Schrad. Прутняк веничный	Chenopodiaceae	Т	МезКс	Stel.	ЕА.	Лс-Ст.	ЭК,КС,ЭП	Д,К,Л,Тех
197.	*Koeleria cristata* (L.) Pers. Тонконог гребенчатый	Poaceae	ГК	МезКс	F-B.	Пр.	Лс-Ст.	-	К
198.	*Lactuca serriola* L. Латук компасный	Asteraceae	Т	КсМез	Stel.	Пр.	Пл.	ГК,КС,ЭП	К,М,С,П
199.	*Lactuca tatarica* (L.) C.A. Mey. Латук татарский	Asteraceae	ГК	КсМез	Stel.	Пр.	Пл.	ГК,КС,ЭП	М,С
200.	*Lappula squarrosa* (Retz.) Dumort. Липучка обыкновенная	Boraginaceae	Т	КсМез	On.	Пр.	Пл.	АР,КС,ЭП	С
201.	*Lapsana communis* L. Бородавник обыкновенный	Asteraceae	Т	Мез	Rob.	ЕА.	Нем.	-	М
202.	*Lathyrus palustris* L. Чина болотная	Fabaceae	ГК	Мез	M-A.	ЕА.	Пл.	-	К,М
203.	*Lathyrus pisiformis* L. Чина гороховидная	Fabaceae	ГК	Мез	T-G.	ЕА.	Пл.	-	К,М
204.	*Lathyrus pratensis* L. Чина луговая	Fabaceae	ГК	Мез	M-A.	ЕА.	Пл.	-	К,Л,М
205.	*Lathyrus sylvestris* L. Чина лесная	Fabaceae	ГК	Мез	-	ЕА.	Нем.	-	К, М. Кр.
206.	*Lathyrus tuberosus* L.	Fabaceae	К	КсМез	Stel.	ЕА.	Лс-Ст.	-	К,Л,М

	Чина клубненосная								
207.	*Lathyrus vernus* (L.) Bernh. Чина весенняя	Fabaceae	ГК	Мез	Q-F.	ЕА.	Нем-Бор.	-	К,М
208.	*Lavatera thuringiaca* L. Хатьма тюрингийская	Malvaceae	ГК	КсМез	Art.	ЕА.	Лс-Ст.	-	Вол,Д,М,Пер
209.	*Lemna minor* L. Ряска маленькая	Lemnaceae	Гид	Гид	Lem.	Пр.	Пл.	-	К
210.	*Lemna trisulca* L. Ряска тройчатая	Lemnaceae	Гид	Гид	Lem.	Пр.	Пл.	-	К
211.	*Leontodon autumnalis* L. Кульбаба осенняя	Asteraceae	ГК	Мез	М-А.	ЕА.	Пл.	-	М
212.	*Leonurus quinquelobatus* Gilib. Пустырник пятилопастный	Lamiaceae	ГК	Мез	Art.	ЕА.	Пл.	АР,КС,ЭП	Л,М
213.	*Lepidium densiflorum* Schrad. Клоповник густоцветковый	Brassicaceae	Т	КсМез	Stel.	Пр.	Пл.	ЭК,КС,ЭП	С
214.	*Lepidium ruderale* L. Клоповник сорный	Brassicaceae	Т	КсМез	Р-Р.	ЕА.	Пл.	АР,КС,ЭП	Жм,И,Я
215.	*Lepidotheca suaveolens* (Pursh) Nutt. Лепидотека ароматная	Asteraceae	Т	Мез	Р-Р.	Пр.	Пл.	ЭК,КС,ЭП	И,Л
216.	*Leucanthemum vulgare* Lam. Нивяник обыкновенный	Asteraceae	ГК	Мез	М-А.	ЕА.	Пл.	-	Д,Кр,Л
217.	*Linaria vulgaris* Mill. Льнянка обыкновенная	Scrophulariaceae	К	Мез	On.	ЕС.	Пл.	-	И,Кр,Л,М,Я
218.	*Lotus zhegulensis* Klok. Лядвенец украинский	Fabaceae	ГК	Мез	-	Е.	Лс.	ЭК,КС,ЭП	К,Кр,М
219.	*Lycopsis arvensis* L. Кривоцвет полевой	Boraginaceae	Т	Мез	Stel.	ЕА.	Пл.	ЭК,КС,ЭП	С
220.	*Lycopus europaeus* L. Зюзник европейский	Lamiaceae	ГК	Гиг	Ph-M.	ЕА.	Пл.	-	Кр,Л,М
221.	*Lysimachia nummularia* L. Вербейник монетный	Primulaceae	Х	ГигМез	-	Пр.	Пл.	-	Кр,Л,М
222.	*Lysimachia vulgaris* L. Вербейник обыкновенный	Primulaceae	ГК	МезГиг	М-А.	ЕА.	Пл.	-	Д,Кр,Л,М
223.	*Lythrum salicaria* L. Дербенник иволистный	Lythraceae	ГК	Гиг	Ph-M.	Пр.	Пл.	-	Д,Дуб,Кр,Л,М,
224.	*Malus domestica* Borkh. Яблоня лесная	Rosaceae	МкФ	Мез	-	Е.	Лс.	ГК,ЭР,ЭФ	М,П

225.	*Malva crispa* (L.) L. Просвирник курчавый	Malvaceae	Т	Мез	-	ЕА.	Пл.	ЭК,ЭР,ЭФ	Вол,К,М,П
226.	*Malva pusilla* Smith Просвирник преземистый	Malvaceae	Т	Мез	Stel.	ЕА.	Пл.	АР,КС,ЭП	К,Кр,Л,М
227.	*Medicago falcata* L. Люцерна серповидная	Fabaceae	ГК	КсМез	F-B.	ЕА.	Пл.	-	К,М
228.	*Medicago lupulina* L Люцерна хмелевая	Fabaceae	Т	Мез	M-A.	ЕА.	Пл.	-	К,М
229.	*Medicago sativa* L. Люцерна посевная	Fabaceae	ГК	Мез	-	ЕА.	Пл.	ЭК,ЭР,ЭП	К,М
230.	*Melandrium album* (Mill.) Garcke Дрема белая	Caryophyllaceae	ГК	Мез	Art.	ЕА.	Пл.	-	К,С
231.	*Melica transsilvanica* Schur Перловник трансильванский	Poaceae	ГК	КсМез	F-B.	ЕС.	Лс.	-	К
232.	*Melilotus albus* Medik. Донник белый	Fabaceae	ГК	Мез	On.	ЕА.	Пл.	АР,КС,АГ	И,К,Л,М
233.	*Melilotus officinalis* (L.) Pall. Донник лекарственный	Fabaceae	ГК	Мез	On.	ЕА.	Пл.	АР,КС,АГ	И,К,Кр,Л,М
234.	*Mentha aquatica* L. Мята водная	Lamiaceae	ГК	Гиг	Ph-M.	ЕА.	Пл.	-	Л,М
235.	*Mentha arvensis* L. Мята полевая	Lamiaceae	ГК	МезГиг	Ph-M.	Пр.	Пл.	-	Л,М,Пр,Эф
236.	*Mentha longifolia* (L.) Huds. Мята длиннолистная	Lamiaceae	ГК	Гиг	G-U.	ЕА.	Пл.	ЭК,ЭР,ЭФ	Л,М,Пр,Эф
237.	*Myosotis cespitosa* K.F. Schultz Незабудка дернистая	Boraginaceae	Т	МезГиг	M-A.	ЕА.	Пл.	-	-
238.	*Myosotis palustris* (L.) L. Незабудка болотная	Boraginaceae	ГК	Гиг	M-A.	ЕА.	Пл.	-	Д,К,М
239.	*Nepeta cataria* L. Котовник кошачий	Lamiaceae	ГК	КсМез	Art.	ЕА.	Пл.	ЭК,ЭР,ЭП	Л,М,Пр,Эф
240.	*Nepeta pannonica* L. Котовник венгерский	Lamiaceae	ГК	КсМез	T-G.	ЕА.	Лс-Ст.	-	Л,М,Пр,Эф
241.	*Neslia paniculata* (L.) Desv. Неслия метельчатая	Brassicaceae	Т	Мез	Stel.	Пр.	Пл.	АР,КС,ЭП	Жм,Кр,С
242.	*Nonea rossica* Stev. Нонея русская	Boraginaceae	ГК	КсМез	On.	ЕА.	Лс-Ст.	-	М
243.	*Oberna behen* (L.) Ikonn.	Caryophyllaceae	Х	Мез	Stel.	ЕА.	Пл.	-	М,П

	Оберна хлопушка								
244.	*Odontites vulgaris* Moench Зубчатка обыкновенная	Scrophulariaceae	Т	Мез	М-А.	ЕА.	Пл.	-	Л,М
245.	*Onobrychis sibirica* (Sirj.) Turcz. ex Grossh Эспарцет сибирский	Fabaceae	ГК	КсМез	F-B.	ЕС.	Лс.	-	Д,К,М
246.	*Onosma simplisissima* L. Оносма простейшая	Boraginaceae	Х	МезКс	F-B.	ЕА.	Лс-Ст.	-	Д,Кр,М
247.	*Oxytropis pilosa* (L.) DC. Остролодочник волосистый	Fabaceae	ГК	КсМез	F-B.	ЕА.	Лс-Ст.	-	Кр,Л,М,Я
248.	*Padus avium* Mill. Черемуха обыкновенная	Rosaceae	МкФ	ГигМез	Q-F.	ЕА.	Пл.	-	Д,Кр,Л,М,П,Под
249.	*Panicum miliaceum* L. Просо посевное	Poaceae	Т	КсМез	Stel.	Пр.	Пл.	АР,ЭР,ЭП	К,П,С
250.	*Pastinaca sylvestris* Mill. Пастернак лесной	Apiaceae	ГК	Мез	Art.	ЕА.	Пл.	-	К,М,П
251.	*Pedicularis uralensis* Vved. Мытник уральский	Scrophulariaceae	ГК	КсМез	F-B.	ЕА.	Лс.	-	Д,Я
252.	*Persicaria amphibia* (L.) S. F. Gray Горец земноводный	Polygonaceae	Г	ГидГиг	Ph-M.	Пр.	Пл.	-	Дуб,Кр,К,Л
253.	*Persicaria hydropiper* (L.) Spach Горец перечный	Polygonaceae	Т	Гиг	М-А.	ЕА.	Пл.	-	Кр,Л
254.	*Persicaria lapathifolia* (L.) S. F. Gray Горец почечуйный	Polygonaceae	Т	МезГиг	Stel.	Пр.	Пл.	-	К,Л,М,С,П
255.	*Persicaria mitis* (Schrank) Opiz ex Assenov Горец мягкий	Polygonaceae	Т	ГигМез	Bid.	ЕА.	Пл.	-	-
256.	*Petasites frigidus* (L.) Cass. Белокопытник холодный	Asteraceae	К	Гиг	Ph-M.	Пр.	Пл.	-	П
257.	*Phleum phleoides* (L.) Karst. Тимофеевка степная	Poaceae	ГК	КсМез	F-B.	ЕА.	Ст.	-	К
258.	*Phleum pratense* L. Тимофеевка луговая	Poaceae	ГК	Мез	М-А.	ЕА.	Пл.	-	К
259.	*Phlomoides tuberosa* (L.) Moench Зопник клубненосный	Lamiaceae	ГК	КсМез	М-А.	ЕА.	Лс-Ст.	-	Л,М

260.	*Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud. Тростник южный	Poaceae	ГК	Гиг	Ph-M.	Пр.	Пл.	-	К,П,Под,Тех,Цел
261.	*Picris hieracioides* L. Горлюха ястребинковая	Asteraceae	ГК	Мез	On.	ЕА.	Пл.	-	М
262.	*Pilosella echioides* (Lumn.) F. Schultz et Sch. Bip. Ястребиночка румянковидная	Asteraceae	ГК	КсМез	F-B.	ЕА.	Лс-Ст.	-	-
263.	*Pimpinella saxifraga* L. Бедренец камнеломка	Apiaceae	ГК	Мез	M-A.	ЕА.	Пл.	-	К,Л,М,П
264.	*Pinus sylvestris* L. Сосна обыкновенная	Pinaceae	МзФ	Мез	V-P.	ЕА.	Пл.	-	Д,Др,Дуб,Л,Тех,Цел, Эф
265.	*Plantago lanceolata* L. Подорожник ланцетолистный	Plantaginaceae	ГК	Мез	M-A.	ЕА.	Пл.	-	К,Л
266.	*Plantago major* L. Подорожник большой	Plantaginaceae	ГК	Мез	P-P.	Пр.	Пл.	-	К,Л,П
267.	*Plantago media* L. Подорожник средний	Plantaginaceae	ГК	Мез	M-A.	ЕА.	Пл.	-	К,Л
268.	*Plantago urvillei* Opiz Подорожник степной	Plantaginaceae	ГК	КсМез	F-B.	ЕА.	Лс-Ст.	-	К,Л
269.	*Poa angustifolia* L. Мятлик узколистный	Poaceae	ГК	КсМез	Agr.	ЕА.	Лс-Ст.	-	К
270.	*Poa annua* L. Мятлик однолетний	Poaceae	Т	Мез	P-P.	Пр.	Пл.	-	Д,К
271.	*Poa pratensis* L. Мятлик луговой	Poaceae	ГК	Мез	M-A.	Пр.	Пл.	-	К
272.	*Poa transbaicalica* Roshev. Мятлик степной	Poaceae	ГК	КсМез	F-B.	ЕС.	Ст.	-	К
273.	*Poa trivialis* L. Мятлик обыкновенный	Poaceae	ГК	Мез	M-A.	ЕА.	Пл.	-	К
274.	*Polygala comosa* Schkuhr Истод хохлатый	Polygalaceae	ГК	Мез	M-A.	Е.	Нем-Бор.	-	Л,М
275.	*Polygala sibirica* L. Истод сибирский	Polygalaceae	ГК	КсМез	-	ЕА.	Лс.	-	М
276.	*Polygonatum multiflorum* (L.) All. Купена многоцветковая	Convallariaceae	К	Мез	Q-F.	ЕА.	Нем.	-	Д,Л,Я
277.	*Polygonum arenastrum* Boreau	Polygonaceae	Т	Мез	P-P.	Пр.	Пл.	-	Л,П,С

	Горец лежачий								
278.	*Polygonum aviculare* L. Горец птичий	Polygonaceae	Т	Мез	Р-Р.	Пр.	Пл.	-	Л,П,С
279.	*Populus nigra* L. Тополь черный	Salicaceae	МзФ	ГигМез	Sal.	ЕА.	Пл.	-	Д,Др,Дуб,К,Кр,Л,Пер
280.	*Populus tremula* L. Тополь дрожащий	Salicaceae	МзФ	МезГиг	Q-F.	ЕА.	Нем.	-	Др,Дуб,К,Кр,Л,М,Пер,Под
281.	*Potamogeton crispus* L. Рдест курчавый	Potamogetonaceae	Гид	Гид	Ph-M.	ЕА.	Пл.	-	-
282.	*Potamogeton pectinatus* L. Рдест гребенчатый	Potamogetonaceae	Г	Гид	Pot.	Пр.	Пл.	-	Кр
283.	*Potamogeton lucens* L. Рдест блестящий	Potamogetonaceae	Г	Гид	Pot.	ЕА.	Пл.	-	-
284.	*Potentilla argentea* L. Лапчатка неблестящая	Rosaceae	ГК	Мез	Р-Р.	Пр.	Пл.	-	К,Кр,Л,М
285.	*Potentilla anserina* L. Лапчатка гусиная	Rosaceae	ГК	Мез	On.	Пр.	Пл.	-	Дуб,К,Кр,Л,М
286.	*Potentilla goldbachii* Rupr. Лапчатка Гольдбаха	Rosaceae	ГК	Мез	T-G.	ЕА.	Пл.	-	М
287.	*Potentilla humifusa* Willd. ex Schlecht. Лапчатка приземистая	Rosaceae	ГК	КсМез	F-B.	ЕА.	Лс-Ст.	-	М
288.	*Primula macrocalyx* Bunge Первоцвет крупночашечный	Primulaceae	ГК	Мез	М-А.	ЕА.	Нем-Бор.	-	Д,Кр,Л,М,П
289.	*Prunella vulgaris* L. Черноголовка обыкновенная	Lamiaceae	ГК	Мез	М-А.	Пр.	Пл.	-	Л,М
290.	*Pulmonaria obscura* Dumort. Медуница неясная	Boraginaceae	ГК	Мез	Q-F.	Е.	Нем.	-	Д,Л,М,П
291.	*Quercus robur* L. Дуб черешчатый	Fagaceae	МзФ	Мез	Q-F.	Е.	Нем.	-	Д,Др,Дуб,К,Кр,Л,Под
292.	*Ranunculus acris* L. Лютик едкий	Ranunculaceae	ГК	ГигМез	М-А.	ЕА.	Пл.	-	Кр,Л,М,Я
293.	*Ranunculus auricomus* L. Лютик золотистый	Ranunculaceae	ГК	Мез	М-А.	ЕС.	Нем.	-	М,Я
294.	*Ranunculus polyanthemos* L. Лютик многоцветковый	Ranunculaceae	ГК	Мез	М-А.	ЕС.	Пл.	-	Я
295.	*Ranunculus repens* L. Лютик ползучий	Ranunculaceae	ГК	МезГиг	М-А.	Пр.	Пл.	-	Л,М,Я

296.	*Ranunculus sceleratus* L. Лютик ядовитый	Ranunculaceae	Т	Гиг	Bid.	Пр.	Пл.	-	Л,М,Я
297.	*Raphanus raphanistrum* L. Редька дикая	Brassicaceae	Т	Мез	Stel.	ЕА.	Пл.	ЭК,КС,ЭП	Жм,М,С
298.	*Reseda lutea* L. Резеда желтая	Resedaceae	Т	КсМез	On.	ЕА.	Лс-Ст.	-	Кр,М
299.	*Rhinanthus minor* L. Погремок малый	Scrophulariaceae	Т	Мез	М-А.	ЕС.	Нем.	-	И,М,Я
300.	*Rorippa palustris* (L.) Bess. Жерушник болотный	Brassicaceae	Т	Гиг	Bid.	Пр.	Пл.	-	П
301.	*Rubus caesius* L. Ежевика сизая	Rosaceae	Х	ГигМез	Sal.	ЕА.	Нем.	-	К,Кр,Л,М,П,Пер
302.	*Rubus idaeus* L. Малина обыкновенная	Rosaceae	Х	Мез	Q-F.	Пр.	Пл.	-	Л,М,П
303.	*Rumex acetosa* L. Щавель обыкновенный	Polygonaceae	ГК	Мез	М-А.	Пр.	Пл.	-	Дуб,К,Кр,Л,М,П
304.	*Rumex confertus* Willd. Щавель конский	Polygonaceae	ГК	ГигМез	М-А.	ЕА.	Пл.	-	Дуб,Кр,Л,Я
305.	*Rumex crispus* L. Щавель курчавый	Polygonaceae	ГК	Мез	М-А.	Пр.	Пл.	-	Дуб,К,Кр,Л,М,П
306.	*Rumex maritimus* L. Щавель русский	Polygonaceae	Т	Гиг	Р-Р.	ЕА.	Пл.	-	Л
307.	*Rumex thyrsiflorus* Fingerh. Щавель пирамидальный	Polygonaceae	ГК	КсМез	М-А.	ЕА.	Пл.	-	Дуб,К,Л,П
308.	*Salix alba* L. Ива белая	Salicaceae	МзФ	ГигМез	Sal.	ЕА.	Пл.	-	Др,Дуб,К,Кр,Л,М,Пер,Под
309.	*Salix caprea* L. Ива козья	Salicaceae	МкФ	Мез	Sal.	ЕА.	Пл.	-	Др,Дуб,К,Кр,Л,М,Пер,Под
310.	*Salix cinerea* L. Ива серая	Salicaceae	НФ	Гиг	Sal.	ЕА.	Пл.	-	Д,Дуб,К,М,Пер,Под
311.	*Salix dasyclados* Wimm. Ива мохнатопобеговая	Salicaceae	МкФ	ГигМез	Sal.	ЕА.	Пл.	-	Д,К,М,Под
312.	*Salix rosmarinifolia* L. Ива розмаринолистная	Salicaceae	НФ	Гиг	-	ЕА.	Пл.	-	Д,Дуб,К,М,Под
313.	*Salix triandra* L. Ива трехтычинковая	Salicaceae	НФ	ГигМез	Sal.	ЕА.	Пл.	-	Дуб,К,Кр,М,Пер,Под
314.	*Salix viminalis* L. Ива корзиночная	Salicaceae	МкФ	ГигМез	Sal.	ЕС.	Пл.	-	Д,Дуб,К,М,Под

315.	*Salvia stepposa* Shost. Шалфей степной	Lamiaceae	ГК	МезКс	F-B.	ЕА.	Лс-Ст.	-	Л,М,Эф
316.	*Salvia tesquicola* Klok. et Pobed. Шалфей сухостепной	Lamiaceae	ГК	МезКс	F-B.	ЕА.	Ст.	-	Л,М,Эф
317.	*Salvia verticillata* L. Шалфей мутовчатый	Lamiaceae	ГК	КсМез	F-B.	ЕА.	Лс-Ст.	-	Л,М,Эф
318.	*Sambucus racemosa* L. Бузина сибирская	Sambucaceae	НФ	Мез	-	ЕА.	Нем.	-	Д,Я
319.	*Sanguisorba officinalis* L. Кровохлебка лекарственная	Rosaceae	ГК	Мез	M-A.	Пр.	Пл.	-	Дуб,К,Кр,Л,М,П
320.	*Saponaria officinalis* L. Мыльнянка лекарственная	Caryophyllaceae	ГК	Мез	G-U.	Пр.	Пл.	ГК,ЭР,ЭП	Дуб,К,Кр,Л,М
321.	*Scabiosa isetensis* L. Скабиоза исетская	Dipsacaceae	ГК	МезКс	F-B.	ЕА.	Ст.	-	Д
322.	*Scabiosa ochroleuca* L. Скабиоза желто-белая	Dipsacaceae	ГК	КсМез	F-B.	ЕА.	Пл.	-	М
323.	*Scirpus lacustris* (L.) Roem. et Schult. Камыш озерный	Cyperaceae	Г	ГидГиг	Ph-M.	Пр.	Пл.	-	П,Тех,Цел
324.	*Scirpus sylvaticus* L. Камыш лесной	Cyperaceae	Г	Гиг	M-A.	Пр.	Пл.	-	Тех,Цел
325.	*Scorzonera austriaca* Willd. Козелец австрийский	Asteraceae	ГК	МезКс	S-J.g.	ЕА.	Лс-Ст.	-	Д,К
326.	*Scorzonera purpurea* L. Козелец пурпурный	Asteraceae	ГК	КсМез	F-B.	ЕА.	Лс-Ст.	-	Д
327.	*Scrophularia nodosa* L. Норичник шишковатый	Scrophulariaceae	ГК	ГигМез	Q-F.	ЕА.	Нем-Бор.	-	Л,М,Я
328.	*Scutellaria galericulata* L. Шлемник обыкновенный	Lamiaceae	ГК	Гиг	Ph-M.	Пр.	Пл.	-	Кр,Л,М
329.	*Secale cereale* L. Рожь посевная	Poaceae	Т	Мез	-	Пр.	Пл.	АР,ЭР,ЭФ	П
330.	*Senecio erucifolius* L. Крестовник эруколистный	Asteraceae	ГК	Мез	M-A.	ЕА.	Лс.	-	М,Я
331.	*Senecio jacobaea* L. Крестовник Якова	Asteraceae	ГК	Мез	M-A.	ЕА.	Лс.	-	М,Я
332.	*Senecio schvetzovii* Korsh. Крестовник Швецова	Asteraceae	ГК	ГигМез	F-B.	E.	Ст.	-	-
333.	*Senecio vulgaris* L.	Asteraceae	Т	Мез	Stel.	ЕА.	Пл.	ЭК,КС,ЭП	Л

	Крестовник обыкновенный								
334.	*Seseli libanotis* (L.) Koch Жабрица порезниковая	Apiaceae	ГК	МезКс	F-B.	ЕА.	Лс.	-	К,М,Эф
335.	*Setaria pumila* (Poir.) Schult. Щетинник сизый	Poaceae	Т	Мез	Stel.	Пр.	Пл.	ЭК,КС,ЭП	К,С
336.	*Setaria viridis* (L.) Beauv. Щетинник зеленый	Poaceae	Т	Мез	Stel.	Пр.	Пл.	ЭК,КС,ЭП	К,С
337.	*Silaum silaus (L.) Schinz et Thell.* Морковник обыкновенный	Apiaceae	ГК	КсМез	M-A.	ЕА.	Пл.	-	К,М
338.	*Silene amoena* L. Смолевка ползучая	Caryophyllaceae	ГК	Мез	-	ЕА.	Пл.	-	-
339.	*Silene chlorantha* (Willd.) Ehrh. Смолевка зеленоцветковая	Caryophyllaceae	ГК	КсМез	F-B.	ЕА.	Лс-Ст.	-	М
340.	*Silene multiflora* (Ehrh.) Pers. Смолевка многоцветковая	Caryophyllaceae	ГК	Мез	F-B.	ЕА.	Ст.	-	-
341.	*Sinapis alba* L. Горчица белая	Brassicaceae	Т	Мез	Stel.	ЕА.	Пл.	ЭК,ЭР,ЭФ	Жм,К,Л,М,П
342.	*Sinapis arvensis* L. Горчица полевая	Brassicaceae	Т	Мез	Stel.	ЕА.	Пл.	АР,КС,ЭП	Жм,М,С,Я
343.	*Sisymbrium loeselii* L. Гулявник Лезеля	Brassicaceae	Т	Мез	Stel.	ЕА.	Пл.	ЭК,КС,ЭП	Жм,К,М,С
344.	*Solanum kitagawae* Schönbeck-Temesy Паслен Китагавы	Solanaceae	Х	МезГиг	Ph-M.	ЕА.	Пл.	-	И,Л,М,Я
345.	*Solanum nigrum* L. Паслен черный	Solanaceae	Т	КсМез	Stel.	Пр.	Пл.	АР,КС,ЭП	И,Л,М,П,С,Я
346.	*Sonchus arvensis* L. Осот полевой	Asteraceae	ГК	Мез	Stel.	ЕА.	Пл.	АР,КС,ЭП	К,М,С
347.	*Sonchus asper* (L.) Hill. Осот шероховатый	Asteraceae	Т	Мез	Stel.	ЕА.	Пл.	АР,КС,ЭП	К,М,П,С
348.	*Sonchus oleraceus* L. Осот огородный	Asteraceae	Т	Мез	Stel.	ЕА.	Пл.	АР,КС,ЭП	К,М,П,С
349.	*Sonchus palustris* L. Осот болотный	Asteraceae	ГК	МезГиг	M-A.	ЕА.	Лс.	АР,КС,ЭП	К,М,С
350.	*Sorbus aucuparia* L. Рябина обыкновенная	Rosaceae	МкФ	Мез	-	ЕА.	Пл.	-	Д, Дуб,Кр,Л,М,П,Под
351.	*Spiraea crenata* L.	Rosaceae	НФ	КсМез	F-B.	ЕА.	Пл.	-	Д,М,Под

	Спирея городчатая								
352.	*Stachys annua* (L.) L. Чистец однолетний	Lamiaceae	Т	Мез	Stel.	ЕА.	Пл.	АР,КС,ЭП	М,С,Эф
353.	*Stachys palustris* L. Чистец болотный	Lamiaceae	ГК	ГигМез	Ph-M.	Пр.	Пл.	-	М,П,С
354.	*Stachys sylvatica* L. Чистец лесной	Lamiaceae	ГК	Мез	Q-F.	ЕА.	Нем.	-	Кр,Л,М
355.	*Stellaria graminea* L. Звездчатка злаковая	Caryophyllaceae	ГК	Мез	M-A.	ЕА.	Пл.	-	М,Я
356.	*Stellaria media* (L.) Vill. Звездчатка средняя	Caryophyllaceae	Т	Мез	Stel.	Пр.	Пл.	-	К,Кр,Л,П,С
357.	*Stipa capillata* L. Ковыль тырса	Poaceae	ГК	Кс	F-B.	ЕА.	Пл.	-	К
358.	*Stipa korshinskyi* Roshev. Ковыль Коржинского	Poaceae	ГК	Кс	F-B.	ЕА.	Пл.	-	Д,К
359.	*Stipa lessingiana* Trin. et Rupr. Ковыль Лессинга	Poaceae	ГК	Кс	F-B.	ЕА.	Ст.	-	Д,К
360.	*Stipa pennata* L. Ковыль перистый	Poaceae	ГК	МезКс	F-B.	ЕА.	Лс-Ст.	-	Д,К
361.	*Stipa tirsa* Stev. Ковыль узколистный	Poaceae	ГК	МезКс	F-B.	ЕА.	Ст.	-	К
362.	*Symphytum officinale* L. Окопник лекарственный	Boraginaceae	ГК	МезГиг	M-A.	ЕА.	Пл.	-	Д,К,Кр,Л,М,П
363.	*Taraxacum bessarabicum* (Hornem.) Hand.-Mazz. Одуванчик бессарабский	Asteraceae	ГК	ГигМез	S-J.g.	ЕА.	Лс.	-	Л,М
364.	*Taraxacum officinale* Wigg. Одуванчик лекарственный	Asteraceae	ГК	МезГиг	P-P.	ЕА.	Пл.	-	Л,М,П
365.	*Thalictrum flavum* L. Василистник желтый	Ranunculaceae	ГК	ГигМез	M-A.	ЕА.	Пл.	-	Л,Кр,Пер,Я
366.	*Thalictrum minus* L. Василистник малый	Ranunculaceae	ГК	КсМез	P-P.	ЕА.	Пл.	-	Кр,Л,Пер,Я
367.	*Thesium arvense* Horvátovszky Ленец полевой	Santalaceae	К	МезКс	F-B.	ЕА.	Лс-Ст.	-	-
368.	*Thlaspi arvense* L. Ярутка полевая	Brassicaceae	Т	Мез	Stel.	Пр.	Пл.	АР,КС,ЭП	Жм,Л,М,С
369.	*Thymus guberlinensis* Iljin Тимьян губерлинский	Lamiaceae	Х	МезКс	F-B.	ЮжУр.	Ст.	-	Д,Л,М,Пр,Эф

370.	*Thymus marschallianus* Willd. Тимьян Маршалла	Lamiaceae	Х	КсМез	F-B.	ЕА.	Лс-Ст.	-	Д,Л,М,Пр,Эф
371.	*Thymus uralensis* Klok. Тимьян уральский	Lamiaceae	Х	МезКс	F-B.	ЮжУр.	Ст.	-	Д,Л,М,Пр,Эф
372.	*Tilia cordata* Mill. Липа сердцелистная	Tiliaceae	МзФ	Мез	Q-F.	Е.	Нем.	-	Д,Др,Луб,Л,М,Эф
373.	*Tragopogon dubius* Scop. Козлобородник сомнительный	Asteraceae	ГК	КсМез	On.	ЕА.	Лс-Ст.	ЭК,АК,ЭП	К,М,П
374.	*Tragopogon orientalis* L. Козлобородник восточный	Asteraceae	ГК	Мез	M-A.	ЕА.	Пл.	-	М
375.	*Trifolium medium* L. Клевер средний	Fabaceae	ГК	Мез	T-G.	ЕА.	Пл.	-	К,М
376.	*Trifolium pratense* L. Клевер луговой	Fabaceae	ГК	Мез	M-A.	ЕА.	Пл.	-	К,Кр,Л,М
377.	*Tripleurospermum perforatum* (Merat) M.Lainz Трехреберник продырявленный	Asteraceae	Т	Мез	Stel.	Пр.	Пл.	-	И,М,С
378.	*Triticum aestivum* L. Пшеница мягкая	Poaceae	Т	Мез	-	Пр.	Пл.	АР,ЭР,ЭФ	П
379.	*Trollius europaeus* L. Купальница европейская	Ranunculaceae	ГК	Мез	M-A.	ЕА.	Пл.	-	Д,М,Я
380.	*Tussilago farfara* L. Мать-и-мачеха обыкновенная	Asteraceae	К	Мез	Agr.	ЕА.	Пл.	-	Л,М,П
381.	*Typha angustifolia* L. Рогоз узколистный	Typhaceae	Г	ГидГиг	Ph-M.	Пр.	Пл.	-	П,Под,Тех,Цел
382.	*Typha latifolia* L. Рогоз широколистный	Typhaceae	Г	ГидГиг	Ph-M.	Пр.	Пл.	-	П,Под,Тех,Цел
383.	*Ulmus glabra* Huds. Вяз шершавый	Ulmaceae	МзФ	Мез	Q-F.	Е.	Нем.	-	Др,Дуб,Жм,К,Кр,Л,М,Под
384.	*Urtica dioica* L. Крапива двудомная	Urticaceae	ГК	Мез	G-U.	Пр.	Пл.	-	Вол,К,Кр,Л,П
385.	*Urtica urens* L. Крапива жгучая	Urticaceae	Т	Мез	Stel.	ЕА.	Пл.	АР,КС,ЭП	К,Л,П,С
386.	*Valeriana officinalis* L. Валериана лекарственная	Valerianaceae	ГК	ГигМез	M-A.	ЕА.	Пл.	-	Л,М,Эф.
387.	*Verbascum lychnitis* L. Коровяк метельчатый	Scrophulariaceae	ГК	КсМез	F-B.	ЕА.	Пл.	-	М

388.	*Verbascum nigrum* L. Коровяк черный	Scrophulariaceae	ГК	КсМез	On.	ЕА.	Пл.	-	М,Я
389.	*Verbascum thapsus* L. Коровяк медвежье ухо	Scrophulariaceae	ГК	МезКс	F-B.	ЕА.	Пл.	-	И,Кр,Л,М
390.	*Veronica anagallis-aquatica* L. Вероника ключевая	Scrophulariaceae	ГК	Гид	Ph-M.	ЕА.	Пл.	-	М,Я
391.	*Veronica chamaedrys* L. Вероника дубравная	Scrophulariaceae	ГК	Мез	G-U.	ЕА.	Нем-Бор.	-	К,Л,М
392.	*Veronica prostrata* L. Вероника распростертая	Scrophulariaceae	ГК	КсМез	F-B.	ЕА.	Лс.	-	М,Я
393.	*Veronica spicata* L. Вероника колосистая	Scrophulariaceae	ГК	КсМез	F-B.	ЕА.	Пл.	-	Д,К,М,Пер,Я
394.	*Veronica teucrium* L. Вероника широколистная	Scrophulariaceae	ГК	Мез	T-G.	ЕА.	Нем-Лс.	-	Д,М,Я
395.	*Vicia cracca* L. Горошек мышиный	Fabaceae	ГК	Мез	M-A.	ЕА.	Пл.	-	К,Л,М
396.	*Vicia sepium* L. Горошек заборный	Fabaceae	ГК	Мез	Agr.	ЕА.	Пл.	-	К,М
397.	*Vicia tenuifolia* Roth Горошек тонколистный	Fabaceae	ГК	МезКс	T-G.	ЕА.	Лс-Ст.	-	К,М
398.	*Vincetoxicum albowianum* (Kusn.) Pobed. Ластовень Альбова	Asclepiadaceae	ГК	МезКс	F-B.	Е.	Лс-Ст.	-	М,Я
399.	*Viola arvensis* Murr. Фиалка полевая	Violaceae	Т	Мез	Stel.	ЕА.	Пл.	АР,КС,ЭП	Л,М
400.	*Viola canina* L. Фиалка собачья	Violaceae	ГК	Мез	M-A.	ЕА.	Пл.	-	М
401.	*Viola tricolor* L. Фиалка трехцветная	Violaceae	Т	Мез	-	ЕА.	Пл.	-	Д,Л,М
402.	*Xanthium albinum(Widd.) H. Scholz* Дурнишник эльбский	Asteraceae	Т	КсМез	On.	Пр.	Пл.	ЭК,КС,ЭП	Жм,Кр,Л,С

В таблице приняты следующие сокращения:

1. Жизненная форма по К. Раункиеру

Гемикриптофиты – ГК
Криптофиты-геофиты – К
Криптофиты-гидрофиты – Г
Мезофанерофиты – МзФ
Микрофанерофиты – МкФ
Нанофанерофиты – НФ
Терофиты – Т
Хамефиты – Х

2. Географическая структура по составу широтных групп видов

Бореальная – Бор.
Лесостепная – Лс.
Лесостепная- степная – Лс-Ст.
Неморально-бореальная – Нем-Бор.
Неморально-лесостепная – Нем-Лс.
Плюризональная – Пл.
Степная – Ст.

3. Географическая структура по составу долготных групп видов

Азиатская – А.
Европейская – Е.
Евроазиатская – ЕА.
Евросибирская – ЕС.
Плюрирегиональная – Пр.

4. Группы видов по происхождению

Апофиты – –
Археофиты – АР
Гемикенофиты – ГК
Эукенофиты– ЭК

5. Группы видов по способу заноса

Аколютофиты – АК
Ксенофиты – Кс
Эргазиофиты – Эр

6. Группы видов по степени натурализации

Агриофиты – АГ
Эпекофиты – ЭП
Эфемерофиты – ЭФ

7. Флорогенетические элементы адвентивной фракции флор

Восточноазиатский – ВА
Восточноевропейский – ВЕ
Евразиатский – ЕА
Европейский – Е
Евросибирский – ЕС
Западноевропейский – ЗЕ
Ирано-туранский – ИТ
Кавказский – К
Североамериканский – САм
Сибирский – С
Средиземноморский – СЗ
Средиземноморско-ирано-туранский – СЗ-ИТ
Южноазиатский – ЮА

8. Экологические группы по условиям увлажнения

Гигромезофиты – ГигМез
Гигрофиты – Гиг
Гидрофиты – Гид
Гидрогигрофиты – ГидГиг
Ксеромезофиты – КсМез
Ксерофиты – Кс
Мезогигрофиты – МезГиг
Мезоксерофиты – МезКс
Мезофиты – Мез

9. Фитоценотический статус

Agropyretalia repentis – Agr.
Alnetea glutinosae – Aln.
Artemisietalia vulgaris – Art.
Phragmito–Magnocaricetea – Ph-M.
Polygono-Artemisietea austriacae – P-A.
Polygono arenastri-Poetea annuae – P-P.

Bidentetea tripartitae – Bid.
Epilobietea angustifolii – Epi.
Festuco-Brometea – F-B.
Festuco-Puccinnelietea – F-P.
Galio-Urticetea – G-U.
Lemnetea – Lem.
Molinio-Arrhenatheretea – M-A.
Onopordetalia acanthii – On.
Potametea – Pot.
Querco-Fagetea – Q-F.
Robinietea – Rob.
Salicetea purpureae – Sal.
Scorzonero-Juncetea gerardii – S-J.g.
Stellarietea mediae – Stel.
Trifolio-Geranietea sanguinei – T-G.

10. Ресурсное значение

Волокнистые – Вол
Декоративные – Д
Древесинные – Др
Дубильные – Дуб
Жиромасличные – Жм
Инсектицидные – И
Кормовые – К
Красильные –Кр
Лекарственные – Л
Медоносные – М
Перганосные – Пер
Пищевые – П
Поделочные – Под
Пряноароматические – Пр
Сахароносные – Сах
Технические – Тех
Целлюлозоносные – Цел
Эфироносные– Эф
Ядовитые – Я

ПРИЛОЖЕНИЕ 3. СПИСОК ВЫСШИХ ЕДИНИЦ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ТЕРРИТОРИИ СООЦ САЛИХОВО И ЕГО ОКРЕСТНОСТЕЙ И ИХ ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ ВИДЫ

ВОДНАЯ И ПРИБРЕЖНО-ВОДНАЯ РАСТИТЕЛЬНОСТЬ

LEMNETEA de Bolòs et Masclans 1955

сообщества свободноплавающих на поверхности и в толще воды неукореняющихся растений - плейстофитов.

Д.в. - Hydrocharis morsus-ranae, Lemna minor, L. trisulca, Riccia fluitans, Salvinia natans, Spirodela polyrhiza.

LEMNETALIA de Bolòs et Masclans 1955

сообщества мелких плейстофитов.

Д.в. - Lemna minor, L. trisulca, Riccia fluitans, Spirodela polyrhiza.

Lemnion minoris de Bolòs et Masclans 1955

сообщества мелких плейстофитов.

Д.в. союза = д.в. порядка

POTAMETEA PECTINATI Klika in Klika et Novák 1941

сообщества прикрепленных к дну растений с плавающими на поверхности или погруженными в толщу воды листьями (гидатофитов).

Д.в. - Elodea canadensis, Hippuris vulgaris, Myriophyllum spicatum, M. verticillatum, Nuphar lutea, N. pumila, Nymphaea alba, N. candida, Persicaria amphibia, Potamogeton compressus, P. crispus. P. filiformis, P. friesii, P. gramineus, P. lucens, P. pectinatus, P. pusillus, P. perfoliatus, Trapa natans.

POTAMETALIA PECTINATI Koch 1926

сообщества укореняющихся водных растений с погруженными листьями.

Д.в. порядка = д.в. класса.

Potamion pectinati Miljan 1933

растительные сообщества с доминированием погруженных укорененных макрофитов.

Д.в. - Elodea canadensis, Myriophyllum verticillatum, Najas marina, Potamogeton compressus, P. crispus, P. lucens, P. pectinatus, P. perfoliatus, *P. pusillus, Zannichellia palustris.*

PHRAGMITO-MAGNOCARICETEA Klika in Klika et Novák 1941

водные и околоводные сообщества прикрепленных к дну и возвышающихся над водой растений (гелофитов).

Д.в. - Alisma plantago-aquatica, Calla palustris, Carex acuta, C.

atherodes, C. pseudocyperus, Cicuta virosa, Cladium mariscus, Equisetum fluviatile, Eleocharis palustris, Galium palustre, Glyceria maxima, Iris pseudacorus, Lycopus europaeus, Lythrum salicaria, Oenanthe aquatica, Persicaria amphibia, Phalaroides arundinacea, Phragmites australis, Rorippa amphibia, Rumex hydrolapathum, Scirpus lacustris, Scutellaria galericulata, Sium latifolium, Sparganium emersum, S. erectum, Stachys palustris, Typha angustifolia, T. latifolia, T. laxmanii, Veronica anagallis-aquatica, V. beccabunga.

PHRAGMITETALIA COMMUNIS Koch 1926

сообщества достаточно глубоководных водоемов со стоячей или медленно текущей водой.

Д.в. - Butomus umbellatus, Equisetum fluviatile, Glyceria maxima, Scirpus lacustris, Sparganium erectum, Typha angustifolia, T. latifolia.

Phragmition communis Koch 1926

сообщества достаточно глубоководных водоемов со стоячей или медленно текущей водой.

Д.в. союза = д.в. порядка.

MAGNOCARICETALIA Pignatti 1953

сообщества крупноосоковых болот и береговой зоны водоемов, произрастающих на местообитаниях со значительными колебаниями уровня воды в течение вегетации.

Д.в. - Carex acuta, C. acutiformis, C. atherodes, C. riparia, C. rostrata, C. vesicaria, Galium palustre, Mentha arvensis, Phalaroides arundinacea, Poa palustris, Scutellaria galericulata.

Magnocaricion elatae Koch 1926

преимущественно осоковые сообщества береговой зоны, иногда занимающие неглубокие прибрежные части водоемов.

Д.в. союза = д.в. порядка.

OENANTHETALIA AQUATICAE Hejný in Kopecký et Hejný 1965

сообщества растений, произрастающих вдоль береговой линии водоемов на топких илистых грунтах и аллювиальных отложениях (галечниковых, гравийных, песчаных, глинистых) русел рек.

Д.в. - Alisma plantago-aquatica, Butomus umbellatus, Eleocharis palustris, Hippuris vulgaris, Oenanthe aquatica, Sagittaria sagittifolia, Sparganium emersum.

Oenanthion aquaticae Hejný ex Neuhäusl 1959

прибрежно-водные сообщества средне-высокотравных и

низкотравных макрофитов пресноводных водоемов со значительными колебаниями уровня воды в течение вегетации на аллювиальных отложенях (галечниковых, гравийных, песчаных, глинистых, илистых).

Д.в. союза = д.в. порядка.

СИНАНТРОПНАЯ РАСТИТЕЛЬНОСТЬ

BIDENTETEA TRIPARTITAE R. Tx. et al. ex von Rochow 1951

синантропные сообщества однолетних гидрофитов на поврежденных антропогенными воздействиями, переувлажненных, часто заиленных почвах, в понижениях по берегам рек, ручьев, водосточных канав, прудов и озер.

Д.в. - Alopecurus aequalis, Atriplex prostrata, *Bidens cernua, B. frondosa, B. tripartita, Chenopodium glaucum, Ch. polyspermum, Ch. rubrum, Echinochloa crusgalli, Persicaria hydropiper, P. lapathifolia, Ranunculus sceleratus, Rorippa palustris, Rumex maritimus, Xanthium albinum.*

BIDENTETALIA TRIPARTITAE Br.-Bl. et R. Tx. ex Klika et Hadač 1944

синантропные сообщества однолетних гидрофитов на поврежденных антропогенными воздействиями, переувлажненных, часто заиленных почвах, в понижениях по берегам рек, ручьев, водосточных канав, прудов и озер.

Д.в. порядка = д.в. класса.

Bidention tripartitae Nordhagen ex Klika et Hadač 1944

синантропные сообщества однолетних гидрофитов на поврежденных антропогенными воздействиями, переувлажненных, часто заиленных почвах, в понижениях по берегам рек, ручьев, водосточных канав, прудов и озер.

Д.в. - Bidens cernua, B. frondosa, B. tripartita, Persicaria hydropiper, P. lapathifolia, Ranunculus sceleratus, Rorippa palustris, Rumex maritimus.

Chenopodion rubri (R. Tx. 1960) Hilbig et Jage 1972

растительность с участием однолетних видов *Atriplex и Chenopodium*, которая развивается на слабозасоленных или богатых азотом почвах вокруг навозных куч, в местах выхода сточных вод и на аллювиальных отложениях рек.

Д.в. - Atriplex patula, A. prostrata, Chenopodium album, Ch. glaucum, Ch. rubrum, Puccinellia distans.

STELLARIETEA MEDIAE R. Tx. et al. ex von Rochow 1951

однолетняя сорная растительность пропашных культур, садов и, сообщества, представляющие начальные стадии восстановительных

сукцессий после нарушений.

Д.в. - Amaranthus retroflexus, Atriplex patula, Avena fatua, Cannabis ruderalis, Capsella bursa-pastoris, Chenopodium album agg., Ch. suecicum, Cirsium setosum, Consolida regalis, Convolvulus arvensis, Crepis tectorum, Descurainia sophia, Erysimum cheiranthoides, Fallopia convolvulus, Fumaria officinalis, F. schleicheri, Galeopsis bifida, G. ladanum, Lactuca serriola, L. tatarica, Malva pusilla, Neslia paniculata, Persicaria lapathifolia, Raphanus raphanistrum, Setaria glauca, S. viridis, Silene noctiflora, Sinapis arvensis, Sisymbrium loeselii, S. officinale, Solanum nigrum, Sonchus arvensis, S. oleraceus, Stellaria media, Thlaspi arvense, Tripleurospermum perforatum, Vicia sativa, Viola arvensis.

CENTAUREETALIA CYANI R. Tx. et al. ex von Rochow 1951

сорная растительность пашенных посевов на богатой известью почве в степной, лесостепной и южной части лесной зон.

Д.в. - Avena fatua, Buglossoides arvensis, Capsella bursa-pastoris, Cirsium setosum, Consolida regalis, Convolvulus arvensis, Chenopodium album agg., Fallopia convolvulus, Oberna behen, Persicaria lapathifolia, Sonchus arvensis, Thlaspi arvense, Tripleurospermum perforatum, Viola arvensis.

Galeopsion bifidae Abramova in Mirkin et al. 1985

сорно-полевые сообщества, распространенные на серых лесных и других типах почв в лесостепной и южной части лесной зон.

Д.в. - Apera spica-venti, *Centaurea cyanus, Galeopsis bifida, Galium aparine, Fumaria officinalis, Lycopsis arvensis, Scleranthus annuus*, *Sinapis arvensis, Spergula arvensis, Stellaria media.*

Caucalidion lappulae von Rochow 1951

теплолюбивые, богатые видами сорно-полевые сообщества на богатых карбонатных черноземных почвах лесостепной зоны.

Д.в. - Avena fatua, Camelina microcarpa, Consolida regalis, Lathyrus tuberosus, Neslia paniculata, Silene noctiflora, Stachys annua.

ATRIPLICI-CHENOPODIETALIA ALBI (R. Tx. 1937) Nordhagen 1950

однолетняя сорная растительность местообитаний с интенсивным антропогенным воздействием **-** пропашные культуры, сады, клумбы, залежи и др.

Д.в. - Amaranthus retroflexus, A. blitoides, Chenopodium album agg., Echinochloa crusgalli, *Erodium cicutarum, Galeopsis bifida, G. ladanum, Fumaria officinalis, Persicaria lapathifolia, Panicum miliaceum, Setaria pumila, S. viridis.*

Oxalidion fontanae Passarge 1978

сообщества огородов и залежей в областях с умеренно влажным климатом.

Д.в. - Capsella bursa-pastoris, Chenopodium polyspermum, Erysimum cheiranthoides, Fumaria officinalis, Galium aparine, Galeopsis bifida, G. speciosa, Lapsana communis, Senecio vulgaris, Sonchus oleraceus, Stellaria media.

Spergulo arvensis-Erodion cicutariae J. Tx. in Passarge 1964

преимущественно сегетальные сообщества однолетних растений термофильных местообитаний на супесчаных и суглинистых почвах в теплых районах.

Д.в. - Amaranthus retroflexus, Convolvulus arvensis, Echinochloa crusgalli, *Erodium cicutarum*, *Galeopsis ladanum, Panicum miliaceum, Raphanus raphanistrum, Setaria pumila*, *S. viridis, Sinapis arvensis.*

SISYMBRIETALIA J. Tx. ex Görs 1966

сообщества с преобладанием терофитов, произрастающих в широком спектре местообитаний от промышленных отвалов до пустырей, залежей и навозных куч.

Д.в. - Atriplex patula, *A. sagittata, A. tatarica, Axyris amaranthoides*, *Consolida regalis, Conyza canadensis*, *Crepis tectorum, Cyclachaena xanthiifolia, Descurainia sophia, Erysimum cheiranthoides, Lactuca serriola, L. tatarica, Lappula squarrosa, Sisymbrium loeselii, S. officinale*, *Tripleurospermum perforatum.*

Atriplicion Passarge 1978

сообщества однолетних рудеральных видов развивающиеся на нарушенных местообитаниях, на почвах различного состава.

Д.в. союза = д.в. порядка.

ARTEMISIETEA VULGARIS Lohmeyer et al. ex von Rochow 1951

синантропные сообщества с преобладанием высокорослых сорных двулетних и многолетних травянистых видов на богатых, от сухих до умеренно влажных субстратах.

Д.в. - Arctium tomentosum, Artemisia absinthium, A. vulgaris, Achillea millefolium, Carduus acanthoides, C. crispus, Cichorium intybus, Elytrigia repens, Lappula squarrosa, Leonurus quinquelobatus, Linaria vulgaris, Melandrium album, Melilotus albus, M. officinalis, Pastinaca sylvestris, Picris hieracoides, Potentilla argentea, Urtica dioica.

ARTEMISIETALIA VULGARIS Lohmeyer in R. Tx 1947

рудеральные сообщества высокорослых дву- и многолетних

мезофитных сорных видов, требовательных к богатству почвы.

Д.в. - Arctium tomentosum, A. lappa, A. minus, Artemisia vulgaris, Carduus crispus, Conium maculatum, Leonurus quinquelobatus, Geum urbanum, Melandrium album, Urtica dioica.

Arction lappae R. Tx. 1937

сообщества высокорослых мезофитов.

Д.в. союза = д.в. порядка.

ONOPORDETALIA ACANTHII Br.-Bl. et R. Tx. ex Klika et Hadač 1944

рудеральные сообщества высокорослых дву- и многолетних ксерофитных и мезоксерофитных сорных видов на сухих почвах.

Д.в. - Artemisia absinthium, Axyris amaranthoides, Berteroa incana, Carduus acanthoides, C. nutans, Cichorium intybus, Cirsium vulgare, Cynoglossum officinale, Dracocephalum thymifolium, Echium vulgare, Euphorbia virgata, Hyoscyamus niger, Lappula squarrosa, Leonurus glaucescens, Onopordum acanthium, Potentilla argentea,Verbascum lychnitis.

Onopordion acanthii Br.-Bl. et al. 1936

рудеральные сообщества высокорослых дву- и многолетних ксерофитных и мезоксерофитных сорных видов на сухих богатых почвах.

Д.в. союза = д.в. порядка.

Dauco carotae-Melilotion Görs ex Rostański et Gutte 1971

рудеральные сообщества высокорослых дву- и многолетних ксерофитных и мезоксерофитных сорных видов на сухих бедных почвах обочин дорог и пустырей.

Д.в. - Echinops sphaerocephalus, Linaria vulgaris, Melilotus albus, M. officinalis, Pastinaca sylvestris, Picris hieracioides.

AGROPYRETALIA REPENTIS Oberdorfer et al. ex Th. Müller et Görs 1969

рудеральные и полуестественные сообщества с преобладанием корневищных злаков на антропогенных местообитаниях с сухой, часто глинистой, уплотненной почвой.

Д.в. - Bromopsis inermis, Calamagrostis epigeios, Convolvulus arvensis, Elytrigia repens, Falcaria vulgaris.

Convolvulo arvensis-Agropyrion repentis Görs 1966

рудеральные и полуестественные сообщества сообщества с преобладанием злаков, не испытывающие интенсивных нарушений, на скатах насыпей железных и шоссейных дорог, старых пустырях, на почвенных буртах.

Д.в. союза = д.в. порядка.

GALIO-URTICETEA Passarge ex Kopecký 1969

естественные и антропогенные нитрофильные сообщества затененных мест и опушек в лесопарках, скверах, в поймах рек и ручьев.

Д.в. - Aegopodium podagraria, Anthriscus sylvestris, Artemisia vulgaris, Chaerophyllum prescottii, Chelidonium majus, Cuscuta europaea, Dactylis glomerata, Galium aparine, Geum aleppicum, G. urbanum, Glechoma hederacea, Lamium album, Rumex obtusifolius, Urtica dioica.

LAMIO ALBI-CHENOPODIETALIA BONI-HENRICI Kopecký 1969

рудеральные и полуестественные сообщества высокорослых мезофильных и нитрофильных многолетников.

Д.в. - Aegopodium podagraria, Anthriscus sylvestris, Chaerophyllum prescottii, Chelidonium majus, Geranium sibiricum, Geum urbanum, Glechoma hederacea, Heracleum sibiricum, Lamium album, Lapsana communis, Urtica dioica.

Aegopodion podagrariae R. Tx. 1967

нитрофильные рудеральные и полуестественные сообщества затененных хорошо увлажненных местообитаний в лесах, парках, заброшенных садах.

Д.в. союза = д.в. порядка.

CONVOLVULETALIA SEPIUM R. Tx. ex Mucina 1993

естественные и полуестественные сообщества многолетних высокорослых трав и лиан по берегам рек и ручьев.

Д.в. - Aristolochia clematitis, Calystegia sepium, Cucubalus baccifer, Galium aparine, Cuscuta europaea, Echinocystis lobata, Galium aparine, G. rivale, Glechoma hederacea, Humulus lupulus, Impatiens noli-tangere, Rubus caesius, Senecio fluviatilis, Solanum dulcamara, Urtica dioica.

Senecionion fluviatilis R. Tx. ex Moor 1958

естественные и полуестественные сообщества многолетних высокорослых трав и лиан по берегам рек и ручьев.

Д.в. союза = д.в. порядка.

POLYGONO ARENASTRI-POETEA ANNUAE Rivas-Martínez 1975 corr. Rivas-Martínez et al. 1991

синантропная растительность, развивающаяся на местообитаниях, подверженных вытаптыванию и перевыпасу, с преобладанием однолетних видов.

Д.в. - Lepidium ruderale, *Lepidotheca suaveolens, Plantago major*, *Poa annua*, *Polygonum aviculare* agg. (преимущественно *P. arenastrum*),

Taraxacum officinale.

POLYGONO ARENASTRI-POETALIA ANNUAE R. Tx. in Géhu et al. 1972 corr. Rivas-Martínez et al. 1991

сообщества, формирующиеся в условиях достаточного увлажнения при интенсивном вытаптывании и выпасе.

Д.в. порядка = д.в. класса.

Coronopodo-Polygonion arenastri Sissingh 1969

сообщества вытаптываемых и выпасаемых сухих местообитаний.

Д.в. - Lepidium ruderale, Plantago major, Polygonum aviculare agg. (преимущественно *P. arenastrum*).

Saginion procumbentis R. Tx. et Ohba in Géhu et al. 1972

сообщества вытаптываемых хорошо увлажненных местообитаний.

Д.в. - Herniaria glabra, Lepidotheca suaveolens, *Plantago major*, *Poa annua*, *Polygonum aviculare* agg. (преимущественно *P. arenastrum*), *Sagina procumbens, Spergularia rubra*.

POLYGONO-ARTEMISIETEA AUSTRIACAE Mirkin et al. in Ishbirdin et al. 1988

устойчивые к вытаптыванию и выпасу сообщества низкорослых ксерофитных растений степной зоны.

Д.в. - Agropyron cristatum, Alyssum turkestanicum, Artemisia austriaca, Atriplex tatarica, Bassia sedoides, Ceratocarpus arenarius, Eremopyrum triticeum, Festuca valesiaca, Lepidium ruderale, Polygonum aviculare agg. (преимущественно *P. arenastrum*).

POLYGONO-ARTEMISIETALIA AUSTRIACAE Sakhapov et Solomeshch in Ishbirdin et al. 1988

устойчивые к вытаптыванию и выпасу сообщества низкорослых ксерофитных растений степной зоны.

Д.в. порядка = д.в. класса.

ROBINIETEA Jurko ex Hadać et Sofron 1980

городская спонтанная древесная растительность и сообщества искусственных древесных насаждений.

Д.в. - Robinia pseudoacacia, Chelidonium majus, Lapsana communis, Poa nemoralis, Urtica dioica, Impatiens parviflora.

CHELIDONIO-ROBINIETALIA Jurko ex Hadać et Sofron 1980

городская спонтанная древесная растительность и сообщества искусственных древесных насаждений.

Д.в. порядка = д.в. класса.

Chelidonio-Acerion negundi L. et A. Ishbirdin 1989

спонтанные сообщества с *Acer negundo.*

Д.в. - Acer negundo, Arctium tomentosum, Chelidonium majus, Taraxacum officinale.

РАСТИТЕЛЬНОСТЬ ЗАСОЛЕННЫХ ПОЧВ

SCORZONERO-JUNCETEA GERARDII Golub et al. 2001

внутриконтинентальные галофитные луга Восточной Европы и Северной Азии.

Д.в. - aggr.: *Agrostis stolonifera* L. + *A. divaricatissima* Mez, *Alopecurus arundinaceus* Poiret, *Cirsium esculentum* (Siev.) C.A. Mey., *Glaux maritima* L., *Hordeum brevisubulatum* (Trin.) Link, aggr.: *Juncus gerardii* Loisel. + *J. salsuginosus* Turcz. ex. E. Mey. + *J. compressus* Jacg., *Potentilla anserina* L., *Triglochin maritima* L.

SCORZONERO-JUNCETALIA GERARDII Vicherek 1973

внутриконтинентальные влажные галофитные луга Восточной Европы и Западной Сибири.

Д.в. - Achillea millefolium L., *Elytrigia repens* (L.) Nevski, *Plantago cornuti* Gouan, *Poa angustifolia* L., *Puccinellia distans* (L.) Parl., *Scorzonera parviflora* Jacq, *Taraxacum officinale* Weber, *T. bessarabicum* (Hornem.) Hand.-Mazz.

Juncion gerardii Wendelberger 1943

луга на солончаковатых почвах в поймах с переменным характером увлажнения, распространенные Европе от Чехии до Уральских гор.

Д.в. - Achillea millefolium L., *Amoria repens* (L.) C. Presl., *Bolboschoenus maritimus* aggr.: *B. glaucus* (Lam.) S.G. Sm., *B. maritimus* (L.) Palla, *B. planiculmis* (F.W. Schmidt) Egorova, *Juncus compressus* Jacq., *Leontodon autumnalis* L., *Plantago major* L., *P. salsa* Pall., *Taraxacum bessarabicum* (Hornem.) Hand.-Mazz.

ЛУГОВАЯ РАСТИТЕЛЬНОСТЬ

MOLINIO-ARRHENATHERETEA R. Tx. 1937

вторичные послелесные луга, формирующиеся на месте лесов на достаточно богатых незасоленных почвах.

Д.в. - Achillea millefolium, Agrostis gigantea, Alopecurus pratensis, Bromopsis inermis, Carex praecox, Carum carvi, Dactylis glomerata, Elytrigia repens, Festuca pratensis, Geranium pratense, Lathyrus pratensis, Leucanthemum vulgare, Phleum pratense, Plantago media, Poa pratensis,

Ranunculus polyanthemos, Rumex acetosa, R. thyrsiflorus, Stellaria graminea, Trifolium pratense, Vicia cracca.

MOLINIETALIA Koch 1926

влажные луга.

Д.в. - Achillea cartilaginea, A. ptarmica, Allium angulosum, Caltha palustris, Cnidium dubium, Coronaria flos-cuculi, Deschampsia cespitosa, Filipendula ulmaria, Galium palustre, G. uliginosum, Gratiola officinalis, Juncus articulatus, J. effusus, Lathyrus palustris, Lysimachia nummularia, L. vulgaris, Mentha arvensis, Poa palustris, Potentilla anserina, Ranunculus auricomus, R. repens, Rorippa brachycarpa, Silaum silaus, Sonchus palustris, Stellaria palustris, Thalictrum flavum, T. simplex, Valeriana officinalis, Veronica longifolia.

Deschampsion cespitosae Horvatić 1930

влажные, обычно выпасаемые луга на минеральных, часто глеевых почвах с доминированием *Deschampsia cespitosa.*

Д.в. - Deschampsia cespitosa (dom.).

ARRHENATHERETALIA R. Tx. 1931

луга нормального увлажнения на хорошо дренированных минеральных почвах.

Д.в. порядка = д.в. класса.

Festucion pratensis Sipajlova et al. 1985

крупнозлаковые луга сенокосного использования на богатых почвах с преобладанием *Agrostis gigantea, Alopecurus pratensis, Bromopsis inermis, Festuca pratensis.*

Д.в. союза = д.в. порядка.

GALIETALIA VERI Mirk. et Naumova 1986

остепненные луга лесостепной и степной зон.

Д.в. - Amoria montana, Astragalus danicus, Centaurea scabiosa, Filipendula vulgaris, Fragaria viridis, Galium verum, Medicago falcata, Phleum phleoides, Phlomoides tuberosa, Poa angustifolia, Rosa majalis, Seseli libanotis, Stipa pennata, Thalictrum minus, Veronica spicata.

Trifolion montani Naumova 1986

остепненные луга лесостепной и степной зон.

Д.в. союза = д.в. порядка.

TRIFOLIO-GERANIETEA SANGUINEI Th. Müller 1962

сообщества лесных опушек и редколесий.

Д. в. - Agrimonia asiatica, Campanula bononiensis, Geranium sanguineum, Hypericum perforatum, Inula aspera, Knautia arvensis, Nepeta pannonica, Origanum vulgare, Pyrethrum corymbosum, Solidago virgaurea, Stachys officinalis, Trifolium medium, Veronica chamaedrys, V. teucrium.

ORIGANETALIA VULGARIS Th. Müller 1961
сообщества лесных опушек и редколесий.
Д.в. порядка = д.в. класса.

Geranion sanguinei R. Tx. in Th. Müller 1962
ксеромезофильные сообщества теплолюбивых травянистых растений открытых солнцу лесных опушек и редколесий.
Д.в. союза = д.в. порядка.

СТЕПНАЯ РАСТИТЕЛЬНОСТЬ

FESTUCO-BROMETEA Br.-Bl. et Tx. ex Soó 1947
степные сообщества Евразии.
Д.в. - Adonis vernalis, Amoria montana, Anemone sylvestris, Artemisia latifolia, Campanula sibirica, Centaurea scabiosa, Dianthus versicolor, Festuca pseudovina, F. valesiaca, Filipendula vulgaris, Fragaria viridis, Galium verum, Inula hirta, Koeleria cristata, Medicago romanica, Phleum phleoides, Phlomoides tuberosa, Plantago urvillei, Poa angustifolia, Polygala comosa, Potentilla argentea, Rosa majalis, Seseli libanotis, Stipa capillata, S. pennata, Tephroseris integrifolia, Thalictrum minus, Trommsdorfia maculata, Veronica spicata.

FESTUCETALIA VALESIACAE Br.-Bl. et R. Tx. ex Br.-Bl. 1949
луговые степи Центральной, Восточной Европы и Западной Сибири.
Д.в. класса=д.в. порядка.

Festucion valesiacae Klika 1931
луговые степи Центральной, Восточной Европы и Западной Сибири.
Д.в. союза=д.в. порядка.

HELICTOTRICHO-STIPETALIA Toman 1969
континентальные настоящие степи Южного Урала, Северного Казахстана и Западной Сибири.
Д.в. - Achillea nobilis, Androsace maxima, Artemisia austriaca, Carex supina, Euphorbia subcordata, Galatella angustissima, Helictotrichon desertorum, Hieracium echioides, H. virosum, Jurinea multiflora, Onosma simplicissima, Poa transbaicalica, Potentilla humifusa, Salvia stepposa, Scorzonera austriaca, Seseli ledebourii, Spiraea crenata, Stipa lessingiana, S. zalesskii, Taraxacum erythrospermum, Verbascum phoeniceum, Veronica

incana.

Helictotricho desertori-Stipion rubentis Toman 1969

континентальные настоящие степи Южного Урала, Северного Казахстана и Западной Сибири.

Д.в. союза=д.в. порядка.

Helictotricho desertori- Stipenion rubentis Toman 1969

степные сообщества на каменистых почвах.

Д.в. - Agropyron pectinatum, Allium globosum, A. rubens, Alyssum lenense, A. tortuosum, Artemisia commutata, A. frigida, Aster alpinus, Carex pediformis, Centaurea marschalliana, Cerastium arvense, Clausia aprica, Cotoneaster melanocarpus, Echinops crispus, Eremogone koriniana, Euphorbia seguierana, Galium octonarium, Koeleria sclerophylla, Onosma simplicissima, Otites baschkirorum, Potentilla arenaria, Tanacetum millefolium, T. uralense, Thalictrum foetidum, Thesium arvense, Thymus bashkiriensis, T. guberlinensis, T. talijevii.

Amygdalion nanae Golub 2011

сообщества степных кустарников.

Д.в. - Caragana frutex, Cerasus fruticosa, Cotoneaster melanocarpus, Spiraea crenata, Rosa majalis.

ЛЕСНАЯ РАСТИТЕЛЬНОСТЬ

QUERCO-FAGETEA Br.-Bl. et Vlieger in Vlieger 1937

мезофитные и мезоксерофитные широколиственные листопадные и хвойно-широколиственные леса на богатых почвах в зоне умеренного климата.

Д.в. – Quercus robur, Corylus avellana, Sorbus aucuparia, Euonymus verrucosa, Lonicera xylosteum, Viburnum opulus, Aegopodium podagraria, Anemonoides altaica, A. ranunculoides, Asarum europaeum, Athyrium filix-femina, Brachypodium sylvaticum, Campanula trachelium, Dryopteris filix-mas, Epipactis helleborine, Galium odoratum, Geranium robertianum, Lathyrus vernus, Lilium martagon s.l., Melica nutans, Poa nemoralis, Primula macrocalyx, Stellaria holostea, S. nemorum, Viola mirabilis.

FAGETALIA SYLVATICAE Pawłowski, Sokołowski et Wallisch 1928

европейские мезофитные широколиственные и хвойно-широколиственные леса.

Д.в. - Acer platanoides, Tilia cordata, Ulmus glabra, Daphne mezereum, Actaea spicata, Asarum europaeum, Campanula latifolia, Carex pilosa, C. sylvatica, Dryopteris filix-mas, Festuca gigantea, Galium odoratum, Geum urbanum, Impatiens noli-tangere, Milium effusum, Paris quadrifolia,

Polygonatum multiflorum, Pulmonaria obscura, Scrophularia nodosa, Senecio nemorensis, Stachys sylvatica, Stellaria bungeana, S. nemorum.

Lathyro-Quercion roboris Solomeshch et al. 1989

ксерофитные и мезоксерофитные дубовые леса Южно-Уральского региона, распространенные преимущественно в зоне лесостепи.

Д.в. - Quercus robur, Caragana frutex, Cerasus fruticosa, Rosa majalis, Aconitum nemorosum, Carex muricata, Digitalis grandiflora, Geranium pseudosibiricum, Lathyrus litvinovii, L. pisiformis, Phlomoides tuberosa, Pleurospermum uralense, Polygonatum odoratum, Pyrethrum corymbosum, Seseli libanotis, Vicia sepium.

Alnion incanae Pawłowski, Sokołowski et Wallisch 1928

европейские пойменные леса с ольхой серой, вязом гладким, черемухой и ясенем на богатых затапливаемых на короткое время почвах.

Д.в. - Alnus incana, Padus avium, Ulmus laevis, Rubus caesius, Humulus lupulus, Circaea alpina, Cirsium oleraceum, Chrysosplenium alternifolium, Elymus caninus, Ficaria verna, Filipendula ulmaria, Galium rivale, Geum rivale, Impatiens noli-tangere, Lysimachia vulgaris, Matteuccia struthiopteris, Ranunculus repens, Urtica dioica.

Alnenion incanae Martynenko et Shirokikh suball. nov. prov.

европейские пойменные леса с ольхой серой, вязом гладким, черемухой и ясенем на богатых затапливаемых на короткое время почвах.

Д.в. подсоюза = д.в. союза.

SALICETALIA PURPUREAE Moor 1958

пойменные прирусловые ивово-тополевые леса и кустарниковые сообщества.

Д.в. порядка = д.в. класса.

Salicion albae Soy 1930

пойменные ивово-тополевые леса умеренной и бореальных зон.

Д.в.- Populus alba, P. nigra (dom.), Salix alba (dom.), S. fragilis, *Humulus lupulus*, *Rubus caesius*, *Solanum dulcamara*, *Cuscuta lupulifolius*, *Alisma plantago-aquatica*, *Caltha palustris*, *Carex acutiformis*, *C. acuta*, *C. riparia*, *Iris pseudacorus*, *Lycopus exaltatus*, *Lysimachia nummularia*, *Phalaroides arundinacea*, *Poa palustris*, *Polygonum hydropiper*, *Rorippa amphibia*, *Urtica dioica.*

Salicion triandrae T. Müller et Görs 1958

евросибирские прирусловые пионерные сообщества из кустарниковых и кустовидных деревьев.

Д.в. - Salix triandra (dom.), S. fragilis, *S. viminalis (dom.), Elymus caninus*, *Calystegia sepium*, *Galium aparine*, *Lysimachia vulgaris*, *Phalaroides arundinacea*, *Poa trivialis*, *Rumex obustifolius*, *Symphytum officinale*, *Urtica dioica*, *Veronica beccabunga.*

ПРИЛОЖЕНИЕ 4. ТЕМЫ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ЗАДАНИЙ

Семейство Asteraceae во флоре территории СООЦ «Салихово» и его окрестностей.

Семейство Poaceae во флоре территории СООЦ «Салихово» и его окрестностей.

Семейство Fabaceae во флоре территории СООЦ «Салихово» и его окрестностей.

Семейство Lamiaceae во флоре территории СООЦ «Салихово» и его окрестностей.

Семейство Scrophulariaceae во флоре территории СООЦ «Салихово» и его окрестностей.

Семейство Caryophyllaceae во флоре территории СООЦ «Салихово» и его окрестностей.

Семейство Apiaceae во флоре территории СООЦ «Салихово» и его окрестностей.

Семейство Brassicaceae во флоре территории СООЦ «Салихово» и его окрестностей.

Семейство Scropulariaceae во флоре территории СООЦ «Салихово» и его окрестностей.

Семейство Boraginaceae во флоре территории СООЦ «Салихово» и его окрестностей.

Семейство Rosaceae во флоре территории СООЦ «Салихово» и его окрестностей.

Семейство Chenopodiaceae во флоре территории СООЦ «Салихово» и его окрестностей.

Семейство Ranunculaceae во флоре территории СООЦ «Салихово» и его окрестностей.

Лекарственные растения флоры территории СООЦ «Салихово» и его окрестностей.

Медоносные растения флоры территории СООЦ «Салихово» и его окрестностей.

Кормовые растения флоры территории СООЦ «Салихово» и его окрестностей.

Пищевые растения флоры территории СООЦ «Салихово» и его окрестностей.

Редкие виды растений флоры территории СООЦ «Салихово» и его окрестностей.

Флора водных и прибрежно-водных сообществ территории СООЦ «Салихово».

Рудеральная флора территории СООЦ «Салихово» и его окрестностей.

Сегетальная флора территории СООЦ «Салихово» и его

окрестностей.

Флора степных сообществ территории СООЦ «Салихово» и его окрестностей.

Флора степных пастбищ территории СООЦ «Салихово» и его окрестностей.

Флора луговых сообществ территории СООЦ «Салихово» и его окрестностей.

Флора луговых пастбищ территории СООЦ «Салихово» и его окрестностей.

ПРИЛОЖЕНИЕ 5. ФОТОГРАФИИ НЕКОТОРЫХ РАСТИТЕЛЬНЫХ СООБЩЕСТВ ТЕРРИТОРИИ СООЦ «САЛИХОВО» И ЕГО ОКРЕСТНОСТЕЙ

Разнотравно-ковыльная степь (здесь и далее фото А.Ф. Хусаинова)

Петрофитная степь

Кустарниковая степь

Присельный выгон

Сообщество с *Thypha latifolia* и *Eleocharis palustris*

Сообщество с *Potamogeton lucens*

Рудеральное сообщество с *Sisymbrium loeselii*

Рудеральное сообщество с *Chenopodium album*

Рудеральное сообщество с *Carduus uncinatus*

Рудеральное сообщество с *Urtica dioica*

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ ОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.
ГЛАВА 1. ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ 4
1.1. Географическое положение СООЦ «Салихово» 5
1.2. Климат 5
1.3. Геология, геоморфология и рельеф 6
1.4. Гидрология 7
1.5. Почвы 7
1.6. Основные типы местообитаний 8
1.7. Общая характеристика растительности 9
1.7.1. Основные типы травяных сообществ естественной растительности 10
1.7.2. Основные типы синантропной растительности 12
ГЛАВА 2. ФЛОРА ТЕРРИТОРИИ СООЦ «САЛИХОВО» И ЕГО ОКРЕСТНОСТЕЙ 16
2.1. Общая характеристика флоры окрестностей СООЦ «Салихово» 16
2.1.1. Систематический состав флоры 16
2.1.2. Спектр жизненных форм флоры 18
2.1.3. Экологический спектр флоры 20
2.1.4. Анализ адвентивного компонента флоры 21
2.1.5. Эколого-фитоценотический спектр флоры 25
2.1.6. Фитосоциологический анализ флоры 25
2.1.7. Биогеографический анализ флоры 29
2.2. Ресурсные виды в составе флоры 30
2.2.1. Медоносные растения 31
2.2.2. Кормовые растения 32
2.2.3. Лекарственные растения 34
2.2.4. Пищевые растения 35
2.2.5. Декоративные растения 36
2.2.6. Красильные растения 36
2.2.7. Ядовитые растения 36
2.3. «Краснокнижные» виды растений в составе флоры 37
ГЛАВА 3. РАСТИТЕЛЬНОСТЬ ТЕРРИТОРИИ СООЦ «САЛИХОВО» И ЕГО ОКРЕСТНОСТЕЙ 42
3.1. СТЕПНАЯ РАСТИТЕЛЬНОСТЬ 42
3.2. ЛУГОВАЯ РАСТИТЕЛЬНОСТЬ 45
3.3. ПРИБРЕЖНО-ВОДНАЯ И ВОДНАЯ РАСТИТЕЛЬНОСТЬ 47
3.4. РУДЕРАЛЬНАЯ РАСТИТЕЛЬНОСТЬ 50
3.5. СЕГЕТАЛЬНАЯ РАСТИТЕЛЬНОСТЬ 53
4. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОВЕДЕНИЮ УЧЕБНО-ПОЛЕВОЙ ПРАКТИКИ ПО БОТАНИКЕ 54
4.1. Правила гербаризации 54

4.1.1. Значение гербария для развития ботаники 54
4.1.2. Практические рекомендации по сбору гербария 56
4.1.3.Обработка гербария 60
4.1.4. Оформление гербария 65
4.2. Выполнение геоботанических описаний 67
ЗАКЛЮЧЕНИЕ 71
ЛИТЕРАТУРА 72
ПРИЛОЖЕНИЕ 1. ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ 74
ПРИЛОЖЕНИЕ 2. ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВИДОВ ФЛОРЫ ТЕРРИТОРИИ СООЦ САЛИХОВО И ЕГО ОКРЕСТНОСТЕЙ 81
ПРИЛОЖЕНИЕ 3. СПИСОК ВЫСШИХ ЕДИНИЦ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ТЕРРИТОРИИ СООЦ САЛИХОВО И ЕГО ОКРЕСТНОСТЕЙ И ИХ ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ ВИДЫ 106
ПРИЛОЖЕНИЕ 4. ТЕМЫ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ЗАДАНИЙ 120
ПРИЛОЖЕНИЕ 5. ФОТОГРАФИИ НЕКОТОРЫХ РАСТИТЕЛЬНЫХ СООБЩЕСТВ ТЕРРИТОРИИ СООЦ «САЛИХОВО» И ЕГО ОКРЕСТНОСТЕЙ 122

А.Ф. Хусаинов, Л.Г. Наумова

ИЗУЧЕНИЕ ФЛОРЫ И РАСТИТЕЛЬНОСТИ ОКРЕСТНОСТЕЙ СОЦИАЛЬНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ОЗДОРОВИТЕЛЬНОГО ЦЕНТРА «САЛИХОВО»

Лиц. на издат. деят. Б848421 от 03.11.2000 г. Подписано в печать 03.05.2017.
Формат 60Х84/16. Компьютерный набор. Гарнитура Times.
Отпечатано на ризографе. Усл. печ. л. – 8,2. Уч.-изд. л. – 8,0.
Тираж 100 экз. Заказ №

ИПК БГПУ 450000, г.Уфа, ул. Октябрьской революции, 3а

БГПУ
им. Акмуллы

Рахматуллина И.Р., Рахматуллин З.З.,
Исхаков Ф.Ф., Хамидуллина Г.Г.

КАДАСТРЫ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ

Учебное пособие

Уфа 2022

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМ. АКМУЛЛЫ»

И.Р.Рахматуллина, З.З.Рахматуллин,
Ф.Ф.Исхаков, Г.Г.Хамидуллина

КАДАСТРЫ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ

Учебное пособие

Уфа 2022

УДК 332.3(100)(075.8)
ББК 65.281

Рахматуллина, И.Р. Кадастры природных ресурсов [Текст]: учебное пособие / И.Р. Рахматуллина, З.З. Рахматуллин, Ф.Ф.Исхаков, Г.Г.Хамидуллина. – Уфа: Изд-во БГПУ, 2022. – 106 с.

Изложены теоретические основы государственных кадастров и реестров природных ресурсов Российской Федерации. Рассмотрены цели, функции, принципы ведения, а также нормативно-правовая база кадастров. Подробно анализируется состав сведений по каждому виду кадастров на основе описания природных ресурсов Республики Башкортостан.

Учебное пособие предназначено для обучающихся по экологическим и географическим направлениям подготовки образовательных организаций высшего образования (бакалавриат и магистратура): 05.03.06 Экология и природопользование; 05.04.06 Экология и природопользование; 44.03.01 Педагогическое образование, профиль География; 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки), один из профилей География; 35.03.01 Лесное дело; 35.04.01 Лесное дело. Может быть полезным широкому кругу читателей, интересующихся проблемами природопользования и природой Республики Башкортостан.

Рецензенты:

***О.В.Серова**, канд. биол. наук, доцент (БГПУ им. М. Акмуллы);*

***Г.А.Зайцев**, д-р биол. наук, профессор, главный научный сотрудник (Уфимский Институт биологии УФИЦ РАН).*

©Издательство БГПУ, 2022

©Рахматуллина И.Р., Рахматуллин З.З., Исхаков Ф.Ф., Хамидуллина Г.Г, 2022

СОДЕРЖАНИЕ

Список принятых сокращений 4
Введение 5
1. Природные ресурсы, их классификация 7
2. Кадастры природных ресурсов: понятие, функции, принципы 11
3. Земельные ресурсы в составе Единого государственного реестра недвижимости 14
4. Государственный лесной реестр 30
5. Государственный водный реестр 47
6. Государственный кадастр особо охраняемых природных территорий ... 60
7. Государственный кадастр животного мира, охотхозяйственный и рыбохозяйственный реестры 79
8. Государственный кадастр месторождений и проявлений полезных ископаемых и другие информационные ресурсы о недрах 90
Заключение 99
Список источников 100

СПИСОК ПРИНЯТЫХ СОКРАЩЕНИЙ

АО – акционерное общество
ГЛР – государственный лесной реестр;
ГВР – государственный водный реестр;
ГПЗ – государственный природный заповедник;
ГТС – гидротехническое сооружение;
ЕГРН – Единый государственный реестр недвижимости;
МОО – местная общественная организация;
МСОП – Международный союз охраны природы;
НП Башкирия – национальный парк "Башкирия";
НП – некоммерческое партнерство;
ООО – общество с ограниченной ответственностью;
ООПТ – особо охраняемая природная территория;
РОО – региональная общественная организация;
ЮНЕСКО (англ. UNESCO - United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization) - специализированное учреждение Организации Объединённых Наций по вопросам образования, науки и культуры.

ВВЕДЕНИЕ

Современный этап развития общества характеризуется масштабными и всеувеличивающимися объемами использования природных ресурсов. Поэтому необходима система эффективного управления рациональным использованием природных ресурсов и охраны окружающей природной среды.

Информационным базисом такой системы являются кадастры природных ресурсов, являющиеся совокупностью документированных сведений о пространственном распространении, количественном, качественном, экономическом и правовом состоянии природных ресурсов, а также условиях их освоения, использования и охраны.

В учебном пособии изложены теоретические основы государственных кадастров и реестров природных ресурсов Российской Федерации. В первой главе изложены различные трактовки понятия "природные ресурсы" и приводятся классификации ресурсов в зависимости от функционально значимых признаков. Вторая глава дает общее представление о государственных кадастрах природных ресурсов: описываются цели, функции и принципы их ведения.

Последующие главы посвящены отдельным видам отраслевых кадастров. Так, в третьей главе рассматривается наиболее развитый из кадастров – Единый государственный реестр недвижимости, содержащий данные о земельных ресурсах, являющихся пространственным базисом для большинства других природных ресурсов. Здесь же приводятся краткие сведения о Единой федеральной информационной системе земель сельскохозяйственного назначения.

Четвертая глава подробно описывает государственный лесной реестр, являющийся сводом информации о лесах, об их использовании, охране, защите, воспроизводстве, а также содержащий информацию о лесничествах.

Пятая глава посвящена государственному водному реестру, содержащему сведения о водных объектах, об их использовании, о речных бассейнах, о бассейновых округах и о других аспектах водопользования.

В шестой главе рассматривается государственный кадастр особо охраняемых природных территорий, включающий сведения о статусе этих территорий, об их географическом положении, границах, режиме охраны и другие характеристики этих территорий.

Седьмая глава описывает государственный кадастр животного мира, содержащий сведения о распространении объектов животного мира, об их численности, характеристику среды обитания и другие необходимые данные. Здесь же рассматриваются государственные охотхозяйственный и рыбохозяйственный реестры, а также кадастр редких и находящихся под угрозой исчезновения объектов животного мира в форме красной книги.

Последняя глава описывает государственный кадастр месторождений и проявлений полезных ископаемых, а также другие информационные ресурсы о недрах: Единый фонд геологической информации о недрах, государственный реестр участков недр, предоставленных в пользование, и лицензий на пользование участками недр, государственный баланс запасов полезных ископаемых.

В учебном пособии по каждому виду отраслевых кадастров приводится регулирующая его нормативно-правовая база и подробно анализируется содержащийся в них состав сведений. Для лучшего понимания состав сведений дополнен материалами по природным ресурсам Республики Башкортостан.

Каждая глава пособия сопровождается контрольными вопросами для самоконтроля. Список источников включает нормативно-правовые акты, рекомендуемую литературу и интернет-источники для более глубокого изучения материала.

Таким образом, учебное пособие рекомендуется для обучающихся по экологическим и географическим направлениям подготовки образовательных организаций высшего образования. Может быть полезным широкому кругу читателей, интересующихся проблемами природопользования и природой Республики Башкортостан.

1. ПРИРОДНЫЕ РЕСУРСЫ, ИХ КЛАССИФИКАЦИЯ

В соответствии с ФЗ "Об охране окружающей среды" (2002) природные ресурсы – это компоненты природной среды, природные объекты и природно-антропогенные объекты, которые используются или могут быть использованы при осуществлении хозяйственной и иной деятельности в качестве источников энергии, продуктов производства и предметов потребления и имеют потребительскую ценность. Использование природных ресурсов – это эксплуатация природных ресурсов, вовлечение их в хозяйственный оборот, в том числе все виды воздействия на них в процессе хозяйственной и иной деятельности [6].

В научной литературе можно встретить различные определения природных ресурсов, дополняющие и расширяющие данное в экологическом законодательстве. В одном из таких определений природные ресурсы – это природные объекты, процессы и условия природы, используемые обществом для удовлетворения экономических, экологических, оздоровительных, культурных, эстетических, духовных и других потребностей, способствующие поддержанию условий существования человечества и повышающих качество жизни. Природные ресурсы являются важной частью национального богатства страны и источником создания материальных благ. От них зависит не только социально-экономический потенциал государства, но и здоровье, и продолжительность жизни каждого человека [59].

Современный этап развития современного мира характеризуется увеличением диапазона использования природных ресурсов и усложнением процессов взаимосвязи общества и природы. Поэтому проблема обеспеченности человечества природными ресурсами является глобальной. Для предотвращения истощения природных ресурсов необходимо рациональное и комплексное использование природных ресурсов, поиски новых источников сырья, топлива и энергии.

Под классификацией природных ресурсов понимается разделение ресурсов по функционально значимым признакам. На этом основании существуют различные классификации природных ресурсов.

Классификации природных ресурсов:

1) *по исчерпаемости*:

- исчерпаемые – природные физические тела и явления, количество и качество которых быстро уменьшается в процессе длительного природопользования и при хозяйственной эксплуатации могут быть полностью исчерпаны (минерально-сырьевые ресурсы);

- неисчерпаемые – природные физические тела и явления, количество и качество которых практически не уменьшается или уменьшается медленно в процессе длительного природопользования (энергия Солнца, приливов и отливов, ветра и т. д.).

2*) по принципиальной способности и способу восстановления:*

- возобновимые (природно-возобновимые) – ресурсы, которые могут быть восстановлены после использования до исходного состояния с помощью природных механизмов саморегуляции, например, через размножение или другие природные ресурсные циклы восстановления (вода, растительность). Здесь можно выделить группу не полностью возобновимых ресурсов - когда скорость восстановления ниже уровня хозяйственного потребления (почвы, пригодные для пахоты; леса, пригодные для промышленной вырубки, региональные водные ресурсы). Повышение интенсивности использования возобновимых ресурсов может перевести их в не полностью возобновимые, а затем и в невозобновимые исчерпаемые ресурсы.

- антропогенно-возобновимые – извлечение сырья из отходов, но природные механизмы для этого отсутствуют. Регенерация отходов и получение из них ресурсов может производиться самим обществом за счет материалов и энергии, имеющихся в его распоряжении. При этом в ресурсный цикл необходимо добавить затраты на сбор, концентрацию и транспортировку таких отходов (металлы: железо, цветные металлы; строительные материалы).

- невозобновимые – ресурсы, которые в принципе не могут быть восстановлены для повторного использования (углеводородные полезные ископаемые – нефть, газ, уголь; радиоактивное сырье – уран).

3) *по принадлежности к компонентам географической оболочки*:

- ресурсы литосферы (полезные ископаемые, земельные ресурсы),

- ресурсы гидросферы (ледники, воду суши и Мирового океана, гидроэнергия),

- ресурсы атмосферы (климатические, рекреационные, энергия ветра)

- ресурсы биосферы (растительный, животный мир),

4) *по происхождению и природным свойствам (природная классификация):*

- минеральные ресурсы (все пригодные для употребления вещественные составляющие литосферы, используемые в хозяйстве как минеральное сырье или источники энергии);

- земельные ресурсы (все земли в пределах региона, страны, мира);

- водные ресурсы (количество подземных и поверхностных вод);

- биологические ресурсы (все живые компоненты биосферы: продуценты, консументы и редуценты с заключенным в них генетическим материалом);

- климатические ресурсы (солнечное тепло и свет, осадки);

- ресурсы энергии природных процессов (солнечного излучения, внутреннего тепла земли, ветра и т. п.).

5) *по преимущественному использованию (экономическая классификация):*

- энергетические,

- металлургические,

- топливные,

- сельскохозяйственные,
- лесохозяйственные,
- рекреационные,
- промысловые и т.д.

6) *с учетом свойств и особенностей природных ресурсов:*

- реальные (актуальные), т. е. такие, которые могут быть использованы при существующих технико-экономических условиях (каменный уголь, нефть, газ, древесина);
- потенциальные, т. е. такие, которые не могут быть пока вовлечены в использование по техническим причинам или вследствие экономической нецелесообразности, отсутствия экологически приемлемых технологий (ресурсы дейтерия и трития в мировом океане, полезные ископаемые со сложными горно-геологическими условиями или залегающие в пределах особо охраняемых природных территорий и курортных зон).

7) *по экономической целесообразности замены одних видов другими:*

- заменимые – ресурсы, которые можно заменить другими сейчас или в обозримом будущем (минеральное топливо – солнечной энергией).
- незаменимые - ресурсы, которые нельзя заменить (атмосферный воздух, питьевая вода, а также генетические ресурсы – виды животных и растительных организмов).

8) как предметы торговли:

- ресурсы стратегического назначения – ресурсы, торговля которых должна быть строго ограничена, поскольку может привести к подрыву безопасности государства (урановые руды, радиоактивные природные компоненты);
- ресурсы экспортного назначения – ресурсы, значительная доля которых идет на экспорт (нефть, природный газ, золото, алмазы, лес);
- ресурсы внутреннего рынка – ресурсы, имеющие, как правило, повсеместное распространение (минеральное строительное сырье) [60].

9) *по хозяйственному значению* запасы полезных ископаемых делятся на:

- кондиционные (балансовые) - запасы, использование которых экономически целесообразно в настоящее время и которые удовлетворяют промышленным требованиям как по качеству сырья, так и по товарно-техническим условиям эксплуатации;
- некондиционные (забалансовые) - запасы, использование которых в настоящее время экономически нецелесообразно вследствие малой мощности залежей, низкого содержания компонента, особой сложности условий эксплуатации, необходимости применения сложных процессов переработки, снижающих рентабельность использования ресурсов [49].

Использование различных классификаций позволяет выявить закономерности формирования и генетические особенности ресурсов, определить физические параметры, возможности их воспроизводства и оценить перспективы использования. Любые классификации в той или иной степе-

ни условны. Но они необходимы для эффективной организации хозяйственной и природоохранной деятельности.

Контрольные вопросы

1. Что понимается под природными ресурсами?
2. Какие основные проблемы связаны с использованием природных ресурсов?
3. По каким признакам можно классифицировать природные ресурсы?
4. Как производится деление природных ресурсов по источникам происхождения?
5. Приведите примеры исчерпаемых и неисчерпаемых, а также природно-возобновимых, антропогенно-возобновимых и невозобновимых природных ресурсов.
6. Приведите примеры энергетических, металлургических, топливных, сельскохозяйственных, лесохозяйственных, рекреационных, промысловых ресурсов в соответствии с экономической классификацией природных ресурсов.

2. КАДАСТРЫ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ: ПОНЯТИЕ, ФУНКЦИИ, ПРИНЦИПЫ

Понятие кадастров природных ресурсов

На современном этапе развития перед обществом стоит глобальная проблема защиты, сохранения и рационального использования природных ресурсов. Для этого необходима достоверная информация о каждом виде природных ресурсов, их запасах, местоположении, условиях разработки, использовании, охране и т.д. С этой целью создаются кадастры природных ресурсов.

Под термином "кадастр" (от франц. cadastre - лист, список, реестр). понимается систематизированный, упорядоченный свод, перечень, база данных, реестр основных сведений об экономически значимых ресурсах государства, имеющий официальный статус.

Кадастр природных ресурсов - совокупность документированных сведений о пространственном распространении, количественном, качественном, экономическом и правовом состоянии природных ресурсов, а также условиях их освоения или использования.

Государственные кадастры природных ресурсов ведутся во многих странах мира. Они связаны с понятиями учета, оценки природных ресурсов и предполагают выделение однородных территориальных единиц, их картографирование и описание по количественным и качественным показателям. На основе данных кадастров проводится денежная оценка ресурсов, вырабатывается система мер по рациональному использованию, охраны и восстановлению природных ресурсов.

На сегодняшний день в Российской Федерации единого кадастра природных ресурсов не существует. Кадастры представлены по видам природного ресурса и ведутся разными ведомствами. Выделяются земельный кадастр как составная часть Единого государственного реестра недвижимости, государственный лесной реестр, государственный водный реестр, кадастр особо охраняемых природных территорий, государственный кадастр животного мира, государственные охотхозяйственный и рыбохозяйственный реестры, государственный кадастр месторождений и проявлений полезных ископаемых и другие государственные информационные ресурсы о недрах.

Функции кадастров природных ресурсов

В процессе ведения государственных кадастров природных ресурсов реализовывается ряд функций:

1) *Учетно-техническая***,** обеспечивающая стандартизацию способов сбора, накопления, хранения и обработки информации на основе использования современных средств.

2) *Правовая*, обозначающая, что природные ресурсы, сведения о которых внесены в государственные кадастры природных ресурсов, обладают определенным правовым статусом.

3) *Экономическая,* позволяющая определить кадастровую стоимость и общую стоимость запасов природных ресурсов, а также затраты на их освоение и восстановление.

4) *Информационная,* обеспечивающая предоставление информации заявителям, включая сети Internet. Государственные кадастры – это информационная поддержка государственных органов управления, представителей научных кругов, неправительственных и общественных организаций, юридических и физических лиц актуальной и достоверной информацией о состоянии природных ресурсов, что позволяет проводить комплексный их учет и управление.

5) *Аналитическая,* обеспечивающая, формирование государственной и ведомственной статистической отчетности и обзорно-аналитических документов.

Государственные кадастры природных ресурсов подчиняются единым требованиям и правилам, обеспечивающие целенаправленность их ведения. К этим правилам относятся:

1) *Принцип единства технологии ведения государственных кадастров на всей территории Российской Федерации*. Этот принцип выражается в том, что во всех субъектах страны ведение государственных кадастров природных ресурсов осуществляется на русском языке с применением единых механизмов и систем.

2) *Принцип обеспечения общедоступности информации, содержащейся в кадастрах.* Документированная информация, содержащаяся в кадастрах, относится к общедоступной и открытой информации, за исключением информации, отнесенной к категории ограниченного доступа и доступ к которой ограничен федеральными законами.

Часть информации, содержащейся в кадастрах, размещена в открытом доступе в сети Internet. Например, публичная кадастровая карта, на которой в графической и текстовой форме воспроизводятся сведения, содержащиеся в Едином государственном реестре недвижимости (https://pkk.rosreestr.ru).

Часть сведений предоставляется по запросу в форме выписки или в форме документа, на основании которого сведения вносятся в кадастр. Документ может выдаваться в электронном формате или на бумажном носителе в виде копии. Заинтересованному лицу может быть отказано в предоставлении сведений из кадастров, в этом случае заявителю направляется мотивированный отказ, который может быть обжалован в судебном порядке. За предоставление сведений из кадастров может взиматься плата.

3) *Принцип непрерывности актуализации кадастровых сведений*. Это означает постоянное обновление государственных кадастров и отра-

жает их ценность как основных источников, содержащих актуальные сведения о природных ресурсах.

4) *Принцип сопоставимости кадастровых сведений из различных кадастров, реестров и информационных ресурсов*. Совместимость и сопоставимость данных позволяет проводить общий анализ состояния ресурсов, их комплексную оценку и принимать согласованные управленческие решения на местном, региональном и федеральном уровнях. К сожалению, на сегодняшний день существуют некоторые несоответствия сведений, полученных из различных кадастров, поэтому идет процесс их устранения. Так, например, принятие Федерального закона от 29 июля 2017 г. № 280-ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в целях устранения противоречий в сведениях государственных реестров и установления принадлежности земельного участка к определенной категории земель» (закон "О лесной амнистии") направлено на устранение взаимоисключающего характера сведений государственного лесного реестра и Единого государственного реестра недвижимости путем установления в предусмотренных законом случаях приоритета сведений ЕГРН над сведениями ГЛР [15].

5) *Принцип постоянного хранения сведений, содержащихся в государственных кадастрах*. Принцип означает, что в случае изменения сведений в кадастрах, ранее внесенная информация сохраняется, в т.ч. в архивах, ее уничтожение и изъятие не допускается. Таким образом, законодательно установлено, что в результате ведения кадастра можно проследить всю «цепочку» изменений, связанных с тем или иным ресурсом.

6) *Принцип централизованного руководства государственными кадастрами природных ресурсов*. Соблюдение этого принципа является гарантией реализации всех вышеизложенных принципов. Необходимость единого централизованного руководства определена федеральным законодательством Российской Федерации. Несмотря на периодически проводимую реорганизацию органов, осуществляющих ведение кадастров, они развиваются и совершенствуются, улучшают свою техническую и кадровую оснащенность.

Контрольные вопросы

1. Что такое кадастр природных ресурсов?
2. Назовите основные государственные кадастры природных ресурсов в Российской Федерации.
3. Каковы цели создания и ведения государственный кадастров природных ресурсов?
4. Перечислите функции и принципы ведения государственных кадастров природных ресурсов.

3. ЗЕМЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ В СОСТАВЕ ЕДИНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО РЕЕСТРА НЕДВИЖИМОСТИ

Общие сведения

Земля - основа национального богатства страны, являющаяся территориальной основой, природным ресурсом и средством производства.

Земельный кадастр выступает в качестве инструмента государства, обеспечивающий учет земли, гарантии прав на земельные участки, развитие цивилизованного рынка земельных отношений, рациональное использование и охрану земельных ресурсов.

До 2008 г. основным источником информации о земле был государственный земельный кадастр. Его формирование началось с принятием Федерального закона от 02.01.2000 г. № 28-ФЗ «О государственном земельном кадастре» (сейчас утратил силу), в соответствии с которым государственным земельным кадастрам признавался систематизированный свод документированных сведений, получаемых в результате проведения государственного кадастрового учета земельных участков, о местоположении, целевом назначении и правовом положении земель Российской Федерации и сведений о территориальных зонах и наличии расположенных на земельных участках и прочно связанных с этими земельными участками объектов.

С 2008 г система государственного земельного кадастра трансформировалась в систему государственного кадастра недвижимости, а с вступлением в силу Федерального закона от 13.07.2015 № 218-ФЗ "О государственной регистрации недвижимости" появилось новое понятие – Единый государственный реестр недвижимости.

Единый государственный реестр недвижимости (ЕГРН) является сводом достоверных систематизированных сведений об учтенном в соответствии с Федеральным законом "О государственной регистрации недвижимости" недвижимом имуществе, о зарегистрированных правах на такое недвижимое имущество, основаниях их возникновения, правообладателях, а также иных установленных в соответствии с указанным федеральным законом сведений. ЕГРН состоит из:

1) реестра объектов недвижимости (кадастр недвижимости);

2) реестра прав, ограничений прав и обременений недвижимого имущества (реестр прав на недвижимость);

3) реестра сведений о границах зон с особыми условиями использования территорий, территориальных зон, границах публичных сервитутов, границах территорий объектов культурного наследия, особо охраняемых природных территорий, особых экономических зон, охотничьих угодий, территорий опережающего социально-экономического развития, зон территориального развития в Российской Федерации, игорных зон, лесничеств, о государственной границе Российской Федерации, границах между

субъектами Российской Федерации, границах муниципальных образований, границах населенных пунктов, о береговых линиях, границах байкальской природной территории и ее экологических зон, а также сведений о проектах межевания территорий (реестр границ);

4) реестровых дел;

5) кадастровых карт;

6) книг учета документов, предназначенных для регистрации входящих и исходящих документов [13].

Кадастр недвижимости. Основные сведения

В кадастр недвижимости вносятся основные и дополнительные сведения об объекте. К основным сведениям относятся характеристики, позволяющие определить такой объект в качестве индивидуально-определенной вещи, а также характеристики, определяемые при образовании объектов недвижимости. К таким сведениям относится вид объекта недвижимости - земельные участки, здания, сооружения, помещения, машино-места, объекты незавершенного строительства, единые недвижимые комплексы.

Если видом объекта недвижимости является земельный участок, в кадастр недвижимости вносятся также следующие основные сведения: кадастровый номер земельного участка и дата его присвоения; описание местоположения; ранее присвоенный государственный учетный номер; кадастровый номер исходного земельного участка, из которого образован земельный участок; сведения о прекращении существования объекта недвижимости и дата снятия с государственного кадастрового учета, если объект недвижимости прекратил существование; площадь земельного участка, сведения о кадастровом инженере и о саморегулируемой организации кадастровых инженеров, в которой он состоит; кадастровые номера расположенных в границах земельного участка объектов недвижимости.

Кадастровый номер

Каждый объект недвижимости, сведения о котором внесены в ЕГРН, имеет неизменяемый, не повторяющийся во времени и на территории всей страны кадастровый номер. Для присвоения кадастровых номеров осуществляется кадастровое деление территории Российской Федерации на кадастровые округа, кадастровые районы и кадастровые кварталы [13]. Таким образом, схема построения кадастрового номера имеет многоуровневую иерархическую структуру: кадастровый округ -кадастровый район - кадастровый квартал - номер объекта недвижимости в кадастровом округе.

Кадастровый округ, включающий в себя территорию Республики Башкортостан, имеет наименование кадастрового округа – Башкирский, номер – 02. [37]. На территории Башкирского кадастрового округа утверждены 75 кадастровых районов (табл.1, рис.1) и 25191 кадастровый квартал [52].

Таблица 1. Перечень номеров и наименований кадастровых районов Башкирского кадастрового округа

Номер	Кадастровый район	Номер	Кадастровый район	Номер	Кадастровый район
01	Абзелиловский	26	Иглинский	51	Чекмагушевский
02	Альшеевский	27	Илишевский	52	Чишминский
03	Архангельский	28	Ишимбайский р.	53	Шаранский
04	Аскинский	29	Калтасинский	54	Янаульский р.
05	Аургазинский	30	Караидельский	55	Уфимский г.*
06	Баймакский р.*	31	Кармаскалинский	56	Стерлитамакский г.
07	Бакалинский	32	Кигинский	57	Октябрьский
08	Балтачевский	33	Краснокамский	58	Ишимбайский г.
09	Белебеевский р.	34	Кугарчинский	59	Салаватский г.
10	Белокатайский	35	Куюргазинский	60	Кумертауский
11	Белорецкий р.	36	Кушнаренковский	61	Сибайский
12	Бижбулякский	37	Мелеузовский р.	62	Белорецкий г.
13	Бирский р.	38	Мечетлинский	63	Белебеевский г.
14	Благоварский	39	Мишкинский	64	Бирский г.
15	Благовещенский р.	40	Миякинский	65	Туймазинский г.
16	Буздякский	41	Нуримановский	66	Нефтекамский
17	Бураевский	42	Салаватский р.	67	Учалинский г.
18	Бурзянский	43	Стерлибашевский	68	Мелеузовский г.
19	Гафурийский	44	Стерлитамакский р.	69	Благовещенский г.
20	Давлекановский р.	45	Татышлинский	70	Дюртюлинский г.
21	Дуванский	46	Туймазинский р.	71	Давлекановский г.
22	Дюртюлинский р.	47	Уфимский р.	72	Янаульский г.
23	Ермекеевский	48	Учалинский р.	73	Баймакский г.
24	Зианчуринский	49	Федоровский	74	Агидельский
25	Зилаирский	50	Хайбуллинский	75	Межгорьевский

р. – районный, г. – городской

Рис. 1 Пример кадастрового номера земельного участка, расположенного на территории Башкирского кадастрового округа Уфимского городского кадастрового района

По кадастровому номеру земельного участка вносятся следующие дополнительные сведения:

- дата присвоения кадастрового номера;
- ранее присвоенный государственный учетный номер (кадастровый, инвентарный, условный номер или номер учетной записи в государственном лесном реестре);
- кадастровый номер объекта недвижимости, из которого в результате раздела, выдела или иного действия образован новый объект недвижимости;
- кадастровые номера расположенных в границах земельного участка других объектов недвижимости.

Описание местоположения объекта недвижимости и площадь земельного участка

Местоположение границ земельного участка устанавливается посредством определения координат характерных точек таких границ. Положение на местности характерных точек описывается плоскими прямоугольными координатами, вычисленными в системе координат, установленной для ведения Единого государственного реестра недвижимости. В Республике Башкортостан это местная система координат – 02 (МСК-02).

Для оценки точности определения координат (местоположения) характерной точки рассчитывается средняя квадратическая погрешность.

При наличии указывается также адрес объекта недвижимости.

Площадью земельного участка является площадь геометрической фигуры, образованной проекцией границ земельного участка на горизонтальную плоскость.

Сведения о кадастровом инженере и о саморегулируемой организации кадастровых инженеров, в которой он состоит

Кадастровый инженер – это физическое лицо, являющееся членом саморегулируемой организации кадастровых инженеров. Кадастровый инженер может быть членом только одной такой саморегулируемой организации. Результатами кадастровых работ кадастрового инженера являются документы, на основании которых осуществляется государственный кадастровый учет -межевой план, технический план или акт обследования.

Поэтому в кадастр недвижимости вносятся фамилия, имя и при наличии отчество каждого кадастрового инженера, выполнявшего кадастровые работы, уникальный реестровый номер в реестре саморегулируемой организации кадастровых инженеров и наименование данной организации, страховой номер индивидуального лицевого счета в системе обязательного пенсионного страхования каждого кадастрового инженера, выполнявшего кадастровые работы в отношении объекта недвижимости, номера и даты

заключения договоров на выполнение кадастровых работ, дата завершения кадастровых работ.

Кадастр недвижимости. Дополнительные сведения

К дополнительным сведениям об объекте недвижимости относятся сведения, которые изменяются на основании решений (актов) органов государственной власти или органов местного самоуправления, содержащиеся в других государственных и муниципальных информационных ресурсах, а также иные сведения.

Если объектом недвижимости является земельный участок, к такой информации относятся: сведения о кадастровой стоимости объекта недвижимости; сведения о лесах, водных объектах и об иных природных объектах, расположенных в пределах земельного участка; категория земель, к которой отнесен земельный участок; вид или виды разрешенного использования земельного участка; сведения о том, что земельный участок полностью или частично расположен в границах зоны с особыми условиями использования территории или территории объекта культурного наследия, границах публичного сервитута, включая ограничения по использованию земельного участка, установленные для такой зоны; сведения о том, что земельный участок расположен в границах особо охраняемой природной территории, охотничьих угодий, лесничеств; сведения о том, что земельный участок расположен в границах особой экономической зоны, территории опережающего социально-экономического развития, зоны территориального развития в Российской Федерации, игорной зоны; сведения о включении объекта недвижимости в Единый государственный реестр объектов культурного наследия народов Российской Федерации, требования к сохранению указанных объектов; сведения о результатах проведения федерального государственного земельного контроля (надзора); сведения о наличии земельного спора о местоположении границ земельных участков; сведения об ограничении оборотоспособности земельного участка и другие сведения.

Категории земель

Категория земель – это часть земельного фонда, выделяемая по основному целевому назначению и имеющая соответствующий правовой режим. Категории устанавливаются на основе зонирования территории.

В соответствии с Земельным кодексом (2001) земли в Российской Федерации по целевому назначению подразделяются на 7 категорий:

1) Земли сельскохозяйственного назначения;
2) Земли населенных пунктов;
3) Земли промышленности, энергетики, транспорта, связи, радиовещания, телевидения информатики, земли для обеспечения космической деятельности, земли обороны, безопасности и земли иного специального назначения;

4) Земли особо охраняемых территорий и объектов;
5) Земли лесного фонда;
6) Земли водного фонда;
7) Земли запаса [1].

К землям сельскохозяйственного назначения относятся земли, предоставленные для нужд сельского хозяйства или предназначенные для этих целей, имеют особый режим использования и подлежат особой охране, направленной на сохранение их площади, предотвращение негативного антропогенного воздействия, повышение плодородия почв.

Землями населенных пунктов признаются земли, используемые и предназначенные для застройки и развития населенных пунктов. В состав этих земель в соответствии с градостроительными регламентами могут входить следующие территориальные зоны: жилые; общественно-деловые; производственные; инженерных и транспортных инфраструктур; рекреационные; сельскохозяйственного использования; специального назначения; военных объектов; иные территориальные зоны.

К категории земель промышленности и иного специального назначения относятся земли, которые расположены за границами населенных пунктов и предназначены для обеспечения деятельности организаций или эксплуатации объектов промышленности, энергетики, транспорта, связи, радиовещания, телевидения, информатики, объектов для обеспечения космической деятельности, объектов обороны и безопасности, осуществления иных специальных задач. Как правило это участки земель для размещения административных и производственных зданий, строений и сооружений, предоставленные предприятиям горнодобывающей и нефтегазовой промышленности, для размещения электростанций, линий электропередач, объектов железнодорожного, автомобильного, воздушного, морского транспорта, нефте- и газопроводов, военных полигонов, пограничных и иных объектов.

К землям особо охраняемых территорий относятся земли, которые имеют особое природоохранное, научное, историко-культурное, эстетическое, рекреационное, оздоровительное и иное ценное значение, которые изъяты полностью или частично из хозяйственного использования и оборота и для которых установлен особый правовой режим. К землям особо охраняемых территорий относятся земли: особо охраняемых природных территорий; природоохранного назначения; рекреационного назначения; историко-культурного назначения; особо ценные земли.

Земли лесного фонда включают как лесные, так и нелесные территории. Основным целевым назначением этих земель является восстановление леса как важнейшего элемента окружающей среды и жизнедеятельности человека.

Землями водного фонда являются земли, на которых находятся поверхностные водные объекты. В сложившейся практике к этой категории отнесены водопокрытые земли, расположенные за пределами населенных

пунктов, а также часть земель водоохранных зон, полосы отвода и зоны охраны водозаборов, гидротехнических сооружений и других объектов.

К землям запаса относятся земли, находящиеся в государственной или муниципальной собственности и не предоставленные гражданам или юридическим лицам, за исключением земель фонда перераспределения.

По данным государственного учета земель земельный фонд Республики Башкортостан по состоянию на 01.01.2021 составил 14,3 млн.га. Распределение земель по категориям показывает преобладание земель сельскохозяйственного назначения и земель лесного фонда (рис.2) [52].

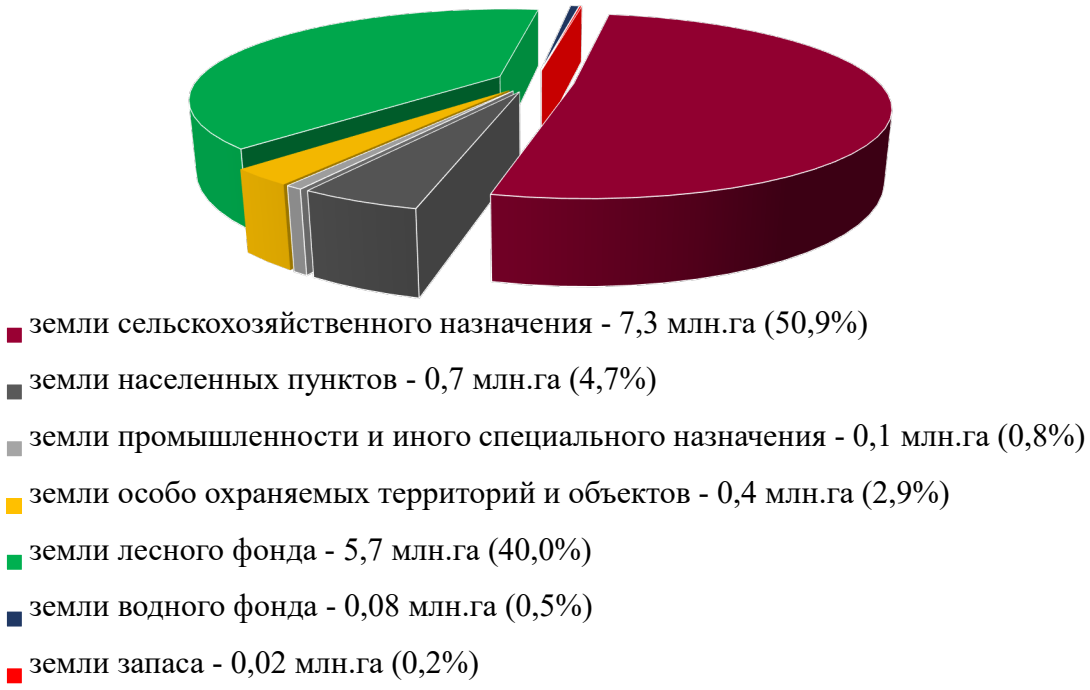


Рис. 2 Структура земельного фонда Республики Башкортостан по категориям земель

Виды разрешенного использования земельного участка

Виды разрешенного использования земельного участка – это характеристика, отвечающая на вопрос как именно можно использовать земельный участок. Использовать участок можно только в соответствии с его принадлежностью к определенной категории земель и виду разрешенного использования.

Существует классификатор видов разрешенного использования, утвержденный приказом Росреестра от 10.11.2020 № П/0412. На его основании устанавливаются 13 видов разрешенного использования:

– Сельскохозяйственное использование (растениеводство, животноводство, садоводство, пчеловодство, рыбоводство и т.д.);

– Жилая застройка (для индивидуального жилищного строительства, для ведения личного подсобного хозяйства, многоэтажная жилая застройка и т.д.);

– Общественное использование объектов капитального строительства (здравоохранение, социальное обслуживание, образование и просвещение и т.д.)

– Предпринимательство (объекты торговли, рынки, магазины и т.д.)

– Отдых, рекреация (спорт, туристическое обслуживание, охота и рыбалка и т.д.)

– Производственная деятельность (недропользование, тяжелая промышленность, энергетика, связь и т.д.)

– Транспорт (железнодорожный транспорт, размещение автомобильных дорог, воздушный транспорт и т.д.)

– Обеспечение обороны и безопасности (обеспечение вооруженных сил, охрана государственной границы Российской Федерации и т.д.)

– Деятельность по особой охране и изучению природы (охрана природных территорий, санаторная деятельность и т.д.)

– Использование лесов (заготовка древесины, лесные плантации и т.д.)

– Водные объекты (гидротехнические сооружение и т.д.)

– Земельные участки (территории) общего пользования (улично-дорожная сеть, благоустройство территории и т.д.)

– Земельные участки общего назначения (ведение огородничества, ведение садоводства) [38].

Сведения о кадастровой стоимости объекта недвижимости

Кадастровая стоимость объекта недвижимости - полученный на определенную дату результат оценки объекта недвижимости, определяемый на основе ценообразующих факторов в соответствии Федеральным законом от 03.07.2016 № 237-ФЗ "О государственной кадастровой оценке" и методическими указаниями по проведению государственной кадастровой оценки.

Кадастровая стоимость определяется для целей, предусмотренных законодательством Российской Федерации, в том числе для целей налогообложения, на основе рыночной информации и иной информации, связанной с экономическими характеристиками использования объекта недвижимости [14].

В Республике Башкортостан проведены работы по государственной кадастровой оценки земель сельскохозяйственного назначения в 2016 году. Так, среднее значение удельного показателя кадастровой стоимости земель сельскохозяйственного назначения первого вида использования (земли, пригодные под пашни, сенокосы, пастбища, занятые залежами, многолетними насаждениями, внутрихозяйственными дорогами, коммуникациями, лесными насаждениями, предназначенными для обеспечения защиты земель от воздействия негативных природных, антропогенных и техногенных явлений, а также водными объектами, предназначенными для обеспе-

чения внутрихозяйственной деятельности) составляет 3,49 руб. за квадратный метр [40].

Результаты государственной кадастровой оценки земельных участков в составе земель населенных пунктов и земель водного фонда утверждены в 2019 году. Средний показатель кадастровой стоимости таких земельных участков значительно варьируется по муниципальным районам и городским округам. По сегменту "жилая застройка (среднеэтажная и многоэтажная)" - от 70,1 (Зианчуринский район) до 6457,2 (г. Уфа); по сегменту "общественное использование" - от 276,4 (Зилаирский район) до 3391,7 (г. Уфа); по сегменту "предпринимательство" - от 551,6 (Хайбуллинский район) до 6349,4 (г. Уфа); по сегменту "водные объекты" - от 0,1 (Караидельский район) до 69,5 руб./кв.м (Нуримановский район) [43].

Государственная кадастровая оценка земель промышленности, энергетики, транспорта, связи, радиовещания, телевидения, информатики, земель для обеспечения космической деятельности, земель обороны, безопасности и земель иного специального назначения, а также земель особо охраняемых территорий и объектов была проведена в 2018 году [42], земель лесного фонда – в 2020 году [44].

Зоны с особыми условиями использования

В соответствии с земельным законодательством устанавливаются зоны с особыми условиями использования территорий, в границах которых устанавливаются ограничения использования земельных участков. К ним относятся:

1) зоны охраны объектов культурного наследия;

2) защитная зона объекта культурного наследия;

3) охранная зона объектов электроэнергетики (объектов электросетевого хозяйства и объектов по производству электрической энергии);

4) охранная зона железных дорог;

5) придорожные полосы автомобильных дорог;

6) охранная зона трубопроводов (газопроводов, нефтепроводов и нефтепродуктопроводов, аммиакопроводов);

7) охранная зона линий и сооружений связи;

8) приаэродромная территория;

9) зона охраняемого объекта;

10) зона охраняемого военного объекта, охранная зона военного объекта, запретные и специальные зоны, устанавливаемые в связи с размещением указанных объектов;

11) охранная зона особо охраняемой природной территории (государственного природного заповедника, национального парка, природного парка, памятника природы);

12) охранная зона стационарных пунктов наблюдений за состоянием окружающей среды, ее загрязнением;

13) водоохранная (рыбоохранная) зона;

14) прибрежная защитная полоса;

15) округ санитарной (горно-санитарной) охраны лечебно-оздоровительных местностей, курортов и природных лечебных ресурсов;

16) зоны санитарной охраны источников питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения;

17) зоны затопления и подтопления;

18) санитарно-защитная зона;

19) зона ограничений передающего радиотехнического объекта, являющегося объектом капитального строительства;

20) охранная зона пунктов государственной геодезической сети, государственной нивелирной сети и государственной гравиметрической сети;

21) зона наблюдения;

22) зона безопасности с особым правовым режимом;

23) рыбоохранная зона озера Байкал;

24) рыбохозяйственная заповедная зона;

25) зона минимальных расстояний до магистральных или промышленных трубопроводов (газопроводов, нефтепроводов и нефтепродуктопроводов, аммиакопроводов);

26) охранная зона гидроэнергетического объекта;

27) охранная зона объектов инфраструктуры метрополитена;

28) охранная зона тепловых сетей [1].

Территории объектов культурного наследия (памятников истории и культуры) народов Российской Федерации

К объектам культурного наследия (памятникам истории и культуры) народов Российской Федерации относятся объекты недвижимого имущества (включая объекты археологического наследия) и иные объекты с исторически связанными с ними территориями, произведениями живописи, скульптуры, декоративно-прикладного искусства, объектами науки и техники и иными предметами материальной культуры, возникшие в результате исторических событий, представляющие собой ценность с точки зрения истории, археологии, архитектуры, градостроительства, искусства, науки и техники, эстетики, этнологии или антропологии, социальной культуры и являющиеся свидетельством эпох и цивилизаций, подлинными источниками информации о зарождении и развитии культуры.

Объекты культурного наследия могут быть федерального, регионального или местного (муниципального) значения.

Территорией объекта культурного наследия является территория, непосредственно занятая объектом культурного наследия и (или) связанная с ним исторически и функционально, являющаяся его неотъемлемой частью [7].

Публичный сервитут

Публичный сервитут устанавливается решением исполнительного органа государственной власти или органа местного самоуправления в це-

лях обеспечения государственных или муниципальных нужд, а также нужд местного населения без изъятия земельных участков.

Такой сервитут может устанавливаться для:

1) прохода или проезда через земельный участок, в том числе в целях обеспечения свободного доступа граждан к водному объекту общего пользования и его береговой полосе;

2) размещения на земельном участке межевых знаков, геодезических пунктов государственных геодезических сетей, гравиметрических пунктов, нивелирных пунктов и подъездов к ним;

3) проведения дренажных и мелиоративных работ на земельном участке;

4) забора (изъятия) водных ресурсов из водных объектов и водопоя;

5) прогона сельскохозяйственных животных через земельный участок;

6) сенокошения, выпаса сельскохозяйственных животных в установленном порядке на земельных участках в сроки, продолжительность которых соответствует местным условиям и обычаям;

7) использования земельного участка в целях охоты, рыболовства, аквакультуры (рыбоводства);

8) использования земельного участка для размещения объектов электросетевого хозяйства, тепловых сетей, водопроводных сетей, сетей водоотведения, линий и сооружений связи, линейных объектов системы газоснабжения, нефтепроводов и нефтепродуктопроводов для государственных или муниципальных нужд;

9) складирование строительных и иных материалов, размещение временных или вспомогательных сооружений и строительной техники, которые необходимы для обеспечения строительства, реконструкции, ремонта объектов транспортной инфраструктуры. Публичные сервитуты могут устанавливаться и для других целей [1].

Особые экономические зоны, территории опережающего социально-экономического развития, зоны территориального развития в Российской Федерации, игорной зоны

Особая экономическая зона - часть территории Российской Федерации, которая определяется Правительством Российской Федерации и на которой действует особый режим осуществления предпринимательской деятельности, а также может применяться таможенная процедура свободной таможенной зоны. Такие зоны создаются в целях развития обрабатывающих отраслей экономики, высокотехнологичных отраслей экономики, развития туризма, санаторно-курортной сферы, портовой и транспортной инфраструктур, разработки технологий и коммерциализации их результатов, производства новых видов продукции [8].

Территория опережающего социально-экономического развития - часть территории субъекта Российской Федерации, на которых в соответствии с решением Правительства Российской Федерации установлен осо-

бый правовой режим осуществления предпринимательской и иной деятельности в целях формирования благоприятных условий для привлечения инвестиций, обеспечения ускоренного социально-экономического развития и создания комфортных условий для обеспечения жизнедеятельности населения [12].

Зона территориального развития в Российской Федерации - часть территории субъекта Российской Федерации, на которой в целях ускорения социально-экономического развития субъекта Российской Федерации путем формирования благоприятных условий для привлечения инвестиций в его экономику резидентам зоны территориального развития предоставляются меры государственной поддержки [11].

Игорная зона - часть территории Российской Федерации, которая предназначена для осуществления деятельности по организации и проведению азартных игр. На территории Российской Федерации изначально создавалось пять игорных зон: в Республике Крым, Алтайском крае, Краснодарском крае, Приморском крае и Калининградской области. Игорная зона, созданная в Краснодарском крае, подлежит ликвидации [9].

В Республике Башкортостан создана особая экономическая зона промышленно-производственного типа «Алга» на территории Ишимбайского и Стерлитамакского районов. Территории опережающего социально-экономического развития созданы в моногородах Белебей и Кумертау, Благовещенск, Белорецк и Нефтекамск [20].

Реестр прав на недвижимость

Реестр прав представляет собой систематизированный свод записей о правах на недвижимость, об ограничениях прав и обременениях объектов недвижимости, а также о сделках с объектами недвижимости.

Государственная регистрация прав на недвижимое имущество - юридический акт признания и подтверждения возникновения, изменения, перехода, прекращения права определенного лица на недвижимое имущество или ограничения такого права и обременения недвижимого имущества.

Данную регистрацию осуществляют органы государственной регистрации прав на недвижимость и сделок с ней, в настоящее время Федеральная служба государственной регистрации, кадастра и картографии – Росреестр.

В отношении земельных участков регистрация распространяется на следующие виды прав:

1) право собственности (государственная, муниципальная, частная);

2) право пожизненного наследуемого владения и право постоянного пользования (с 1 марта 2015 г. утратили силу. Ранее предоставленные земельные участки на таких правах предлагается приватизировать или заключить договор аренды);

3) право безвозмездного срочного пользования;

4) право аренды (долгосрочная, краткосрочная, субаренда);

5) сервитуты (публичный и частный).

В реестр прав вносятся следующая информация:

1) вид вещного права, номер регистрации и дата государственной регистрации права;

2) сведения о лице, за которым зарегистрировано право на объект недвижимости;

3) сведения об основании возникновения, изменения, перехода и прекращения права на объект недвижимости;

4) вид зарегистрированного ограничения права или обременения объекта недвижимости, номер регистрации и дата государственной регистрации таких ограничений или обременений;

5) сведения о лицах, в пользу которых установлены ограничения права или обременения объекта недвижимости;

6) основания возникновения, изменения, прекращения ограничений права или обременений объекта недвижимости;

7) реквизиты, существенные условия сделки или сделок.

Реестр границ

Реестр границ представляет собой систематизированный свод записей о границах и зонах. В данном реестре содержатся сведения, которые условно можно разделить на две группы:

1) сведения о границах (государственной границе, границах между субъектами Российской Федерации, муниципальными образованиями, населенными пунктами, границах водных объектов);

2) сведения о зонах (зонах с особыми условиями использования территорий, территориальных зонах, территориях объектов культурного наследия, территориях опережающего социально-экономического развития, зонах территориального развития в Российской Федерации, об игорных зонах, о лесничествах, об особо охраняемых природных территориях, особых экономических зонах, охотничьих угодьях, о Байкальской природной территории и ее экологических зонах).

Сведения об обозначенных границах и зонах вносятся в документы Единого реестра недвижимости на основании нормативно-правовых актов об установлении или изменении данных границ и зон.

Реестровые дела

Реестровые дела представляют собой совокупность документов, на основании которых в Единый государственный реестр недвижимости внесены сведения.

Реестровое дело открывается на каждый объект недвижимости, прошедший государственный кадастровый учет и/или регистрацию прав. В дело помещаются все документы, на основании которых в учетные формы занесены сведения об объектах недвижимости, а также протокол проверки,

протокол выявления технической (кадастровой) ошибки и копии документов, подготовленных по заявлениям о выдаче информации.

Реестровое дело, как правило, состоит из двух разделов: раздел документов и геодезический раздел. Раздел документов включает заявления, выписки из Единого государственного реестра прав, выписки из бюро технической инвентаризации, выписки из государственного кадастра недвижимости, правоустанавливающие документы, акты согласования границ земельного участка и др.

Геодезический раздел включает каталоги координат точек границ объектов учета, каталог координат точек или углов других объектов недвижимости, точки границ выделяемых на земельном участке зон обременений и иных зон, кадастровый план объекта учета, документы, подтверждающие получение координат.

Реестровое дело идентифицируется кадастровым номером объекта недвижимости. При ликвидации объекта недвижимости или при отказе в регистрации прав на него реестровое дело закрывается.

Кадастровые карты

Кадастровые карты представляют собой составленные на картографической основе тематические карты, на которых в графической форме и текстовой форме воспроизводятся сведения, содержащиеся в Едином государственном реестре недвижимости:

1) публичные кадастровые карты - кадастровые карты, предназначенные для использования неограниченным кругом лиц. Подлежат размещению на официальном сайте для просмотра без подачи запросов и взимания платы (рис. 3).

2) дежурные кадастровые карты - кадастровые карты, предназначенные исключительно для использования органом регистрации прав при ведении Единого государственного реестра недвижимости.

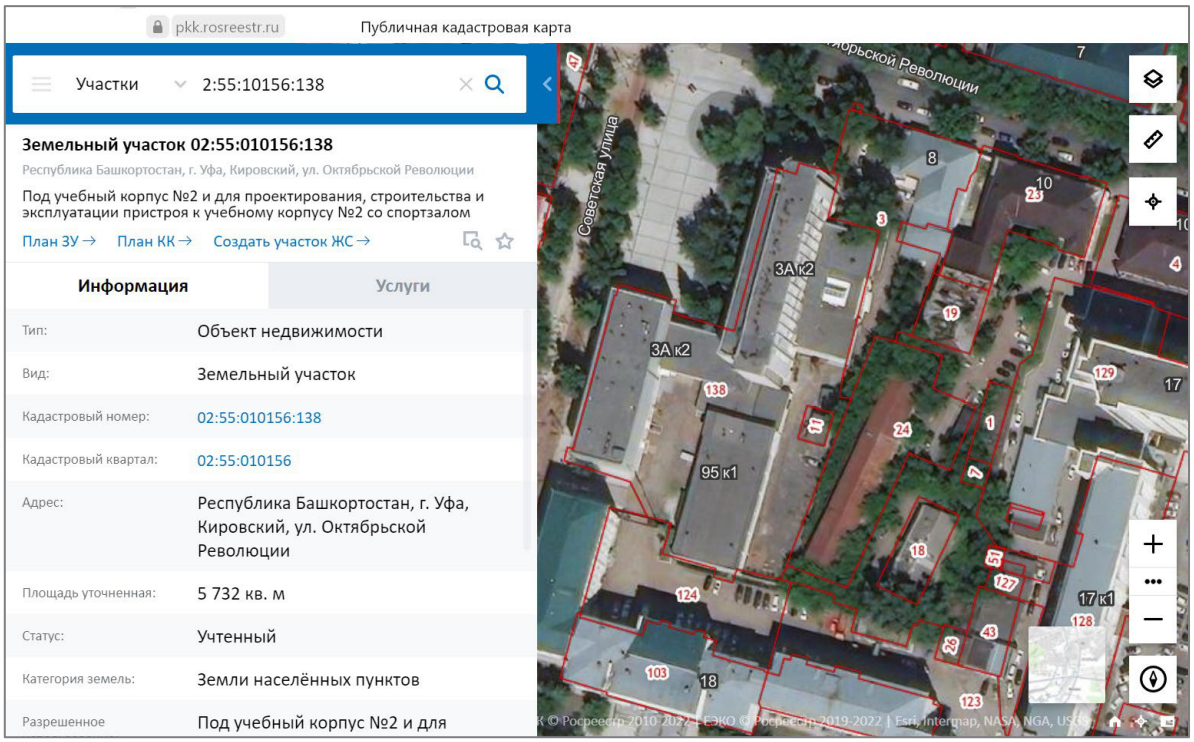


Рис. 3 Фрагмент публичной кадастровой карты (https://pkk.rosreestr.ru) [67].

Единая федеральная информационная система о землях сельскохозяйственного назначения

Помимо Единого государственного реестра недвижимости на федеральном уровне существуют и другие информационные системы, содержащие данные о состоянии земель. Ввиду того, что ЕГРН не отражает важные для аграрного производства сведения о составе земельных участков по угодьям, министерством сельского хозяйства была запущена "своя" Единая федеральная информационная система о землях сельскохозяйственного назначения (ЕФИС ЗСН) [36].

Единая федеральная информационная система о землях сельскохозяйственного назначения предназначена для обеспечения актуальной и достоверной информацией о землях сельскохозяйственного назначения и землях, используемых или предоставленных для ведения сельского хозяйства в составе земель иных категорий, включая информацию о местоположении, состоянии и фактическом использовании таких земель, и состоянии сельскохозяйственной растительности на них.

Цель системы – осуществление государственного мониторинга использования и состояния земель сельскохозяйственного назначения, плодородия сельскохозяйственных угодий, мониторинга использования и состояния мелиоративных систем и отдельно расположенных гидротехнических сооружений, оценка состояния сельскохозяйственных культур и структуры севооборота (рис. 4).

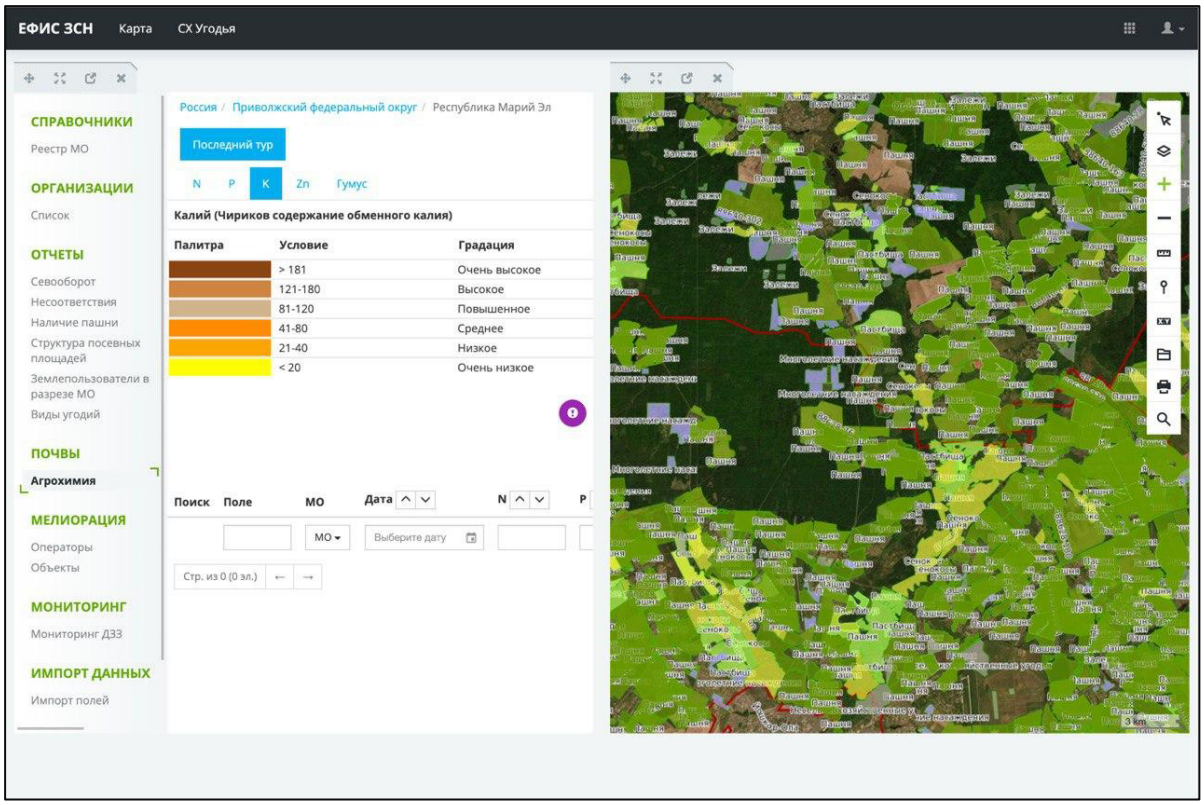


Рис. 4. Рабочее окно единой федеральной информационной системы о землях сельскохозяйственного назначения (http://efis.mcx.ru/landing/) [65]

Контрольные вопросы

1. Почему земля занимает особое место среди природных ресурсов?
2. Что такое земельный фонд страны, региона? Охарактеризуйте земельный фонд Республики Башкортостан.
3. Дайте общее понятие категорий земель. В чем состоит главная цель распределения земель по категориям?
4. Какова цель ведения Единого государственного реестра недвижимости?
5. Назовите состав сведений Единого государственного реестра недвижимости.
6. Какие нормативно-правовые документы определяют правовое обеспечение ведения кадастра недвижимости?
7. Что понимается под идентификацией земельного участка?
8. Каков порядок присвоения кадастровых номеров земельным участкам?
9. Назовите отличия кадастровой оценки от рыночной оценки земельных участков.
10. Какие зоны относятся к зонам с особыми условиями использования территории?

ГЛАВА 4. ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЛЕСНОЙ РЕЕСТР

Общие сведения

Лес в лесном законодательстве определяется двойственно: как экологическая система или как природный ресурс (ст. 5 Лесного кодекса). Как экологическая система лес представляет собой природное единство, сложную систему с ее взаимосвязанными биотическими и абиотическими компонентами, систему живых организмов и их сочетаний с биологически активной средой. Главное связующее звено в это системе – древостой, который является основным эдификатором лесного сообщества и органически связан с окружающей средой, от нее зависит и влияет на нее.

Как природный ресурс – лес рассматривается в качестве экономической категории - как совокупность сырьевых ресурсов древесного происхождения, недревесного растительного или животного происхождения, как объект, выполняющий различные функции: рекреационные, воздухоочистительные, климаторегулирующие и т.д.

Рис. 5. Лес – экологическая система и природный ресурс

В соответствии со статьей 91 Лесного кодекса Российской Федерации государственный лесной реестр *(*ГЛР*)* представляет собой систематизированный свод документированной информации о лесах, об их использовании, охране, защите, воспроизводстве, о лесничествах.

В ГЛР содержится документированная информация:

1) о составе и границах земель лесного фонда, составе земель иных категорий, на которых расположены леса;

2) о лесничествах, об их границах, их лесных кварталах и лесотаксационных выделах;

3) о защитных лесах, об их категориях, об эксплуатационных лесах, о резервных лесах, об их границах;

4) об особо защитных участках лесов, об их границах, о зонах с особыми условиями использования территорий;

5) о лесных участках и об их границах;

6) о количественных, качественных, об экономических характеристиках лесов и лесных ресурсов;

7) об использовании, охране, о защите, воспроизводстве лесов, в том числе о лесном семеноводстве;

8) о предоставлении лесов гражданам, юридическим лицам [3, 29].

С 01.01.2023 состав государственного лесного реестра дополняется сведениями о древесине и сделках с ней, а также документами, необходимыми для управления в области лесных отношений, обеспечения учета древесины и ее прослеживаемости, учета сведений о сделках с ней [16].

О составе и границах земель лесного фонда, составе земель иных категорий, на которых расположены леса

Леса могут располагаться не только на землях лесного фонда, но и на землях иных категорий (сельскохозяйственного назначения; населенных пунктов; промышленности, энергетики, транспорта, связи, радиовещания, информатики, землях для обеспечения космической деятельности, обороны, безопасности и иного специального назначения; на землях особо охраняемых территорий и объектов; водного фонда; запаса). Но правовой режим у этих лесов будет различным. Использование, охрана, защита, воспроизводство лесов, расположенных на землях, не относящихся к землям лесного фонда, осуществляются в соответствии с целевым назначением таких земель.

К землям лесного фонда относятся лесные земли и нелесные земли. К лесным землям относятся земли, на которых расположены леса, и земли, предназначенные для лесовосстановления (вырубки, гари, редины, пустыри, прогалины и другие). К нелесным землям относятся земли, необходимые для освоения лесов (просеки, дороги и другие), и земли, неудобные для использования – болота, каменистые россыпи и другие (табл. 2).

В Республике Башкортостан на 01.01.2021 г по данным формы №3-ГЛР площадь земель лесного фонда составляет 5748,3 тыс. га.

К лесам, расположенным на землях, не входящих в лесной фонд, относятся леса, расположенные на землях следующих категорий:

- леса, расположенные на землях населенных пунктов - 29,2 тыс. га (табл. 3);

Таблица 2. Сведения о распределении площади лесов, расположенных на землях лесного фонда

№ п/п	Категории земель лесного фонда	Площадь, тыс.га
1	***лесные земли***	
1.1	занятые лесонасаждениями (покрытые лесной растительностью)	5192,8
1.1.1	в т.ч. лесные культуры	621,6
1.2	не покрытые лесной растительностью	126,3
1.2.1	в т.ч. несомкнувшиеся лесные культуры	68,6
1.2.2	питомники и лесные плантации	1,3
1.2.3	естественные редины	2,9
1.2.4	земли, предназначенные для лесовосстановления	53,5
1.2.4.1	из них гари	0,5
1.2.4.2	погибшие насаждения	1,9
1.2.4.3	вырубки	42,9
1.2.4.4	прогалины, пустыри	8,2
	всего	***5319,1***
2	***нелесные земли***	
2.1	пашни	4,2
2.2	сенокосы	122,3
2.3	пастбища	157,9
2.4	воды	12,3
2.5	дороги	34,2
2.6	усадьбы, объекты переработки лесной продукции	3,8
2.7	болота	12,2
2.8	прочие земли	82,3
	всего	***429,2***
Итого		**5748,3**

Таблица 3. Сведения о распределении площади лесов Республики Башкортостан, расположенных на землях населенных пунктов

№ п/п	Административный район	Площадь лесов, га
1	Абзелиловский	131
2	Баймакский	3932
3	Белорецкий	400
4	Бирский	291
5	Туймазинский	95
6	Учалинский	631
7	г. Ишимбай	376
8	г. Кумертау	305
9	г. Октябрьский	1276
10	г. Уфа	21767
Итого		**29204**

- леса на землях обороны и безопасности - 5,6 тыс. га (табл. 4);

- леса, расположенные на землях особо охраняемых территорий и объектов - 380,6 тыс. га (табл. 5);

- леса, расположенные на землях иных категорий (144,8 тыс. га).

С учетом вышеперечисленных категорий общая площадь лесов в Республике Башкортостан составляет 6308,5 тыс. га [66].

Таблица 4. Сведения о распределении площади лесов, расположенных на землях обороны и безопасности

№ п/п	Административный район	Площадь лесов, га
1	Иглинский	650
2	Мишкинский	3177
3	Уфимский	535
4	Чишминский	1225
Итого		**5587**

Таблица 5. Сведения о распределении площади лесов, расположенных на землях особо охраняемых территорий и объектов

№ п/п	Административный район	ООПТ	Площадь лесов, га
1	Белорецкий	Южно-Уральский ГПЗ	228456
2	Бурзянский	Башкирский ГПЗ	49809
		ГПЗ Шульган-Таш	22531
		Национальный парк "Башкирия"	16285
3	Кугарчинский		9246
4	Мелеузовский		54269
	Итого		**380596**

О лесничествах, об их границах, лесных кварталах и лесотаксационных выделах

Границы земель лесного фонда определяются границами лесничеств. Лесничества являются основной территориальной единицей в области лесных отношений. В составе лесничеств могут создаваться участковые лесничества.

Учитываемая территория делится на лесные кварталы, которые ограничиваются на местности просеками, естественными или искусственными рубежами. Лесной квартал является постоянной учетной и организационно-хозяйственной единицей в лесу. На пересечении границ устанавливают квартальные столбы. Кварталы имеют порядковые номера, которые проставляют в пределах лесничества в направлении с северо-запада на юго-восток. Размеры лесных кварталов зависят от таксационного разряда лесоустройства и могут варьировать от 0,5х0,5 км до 4х4 км (рис. 6).

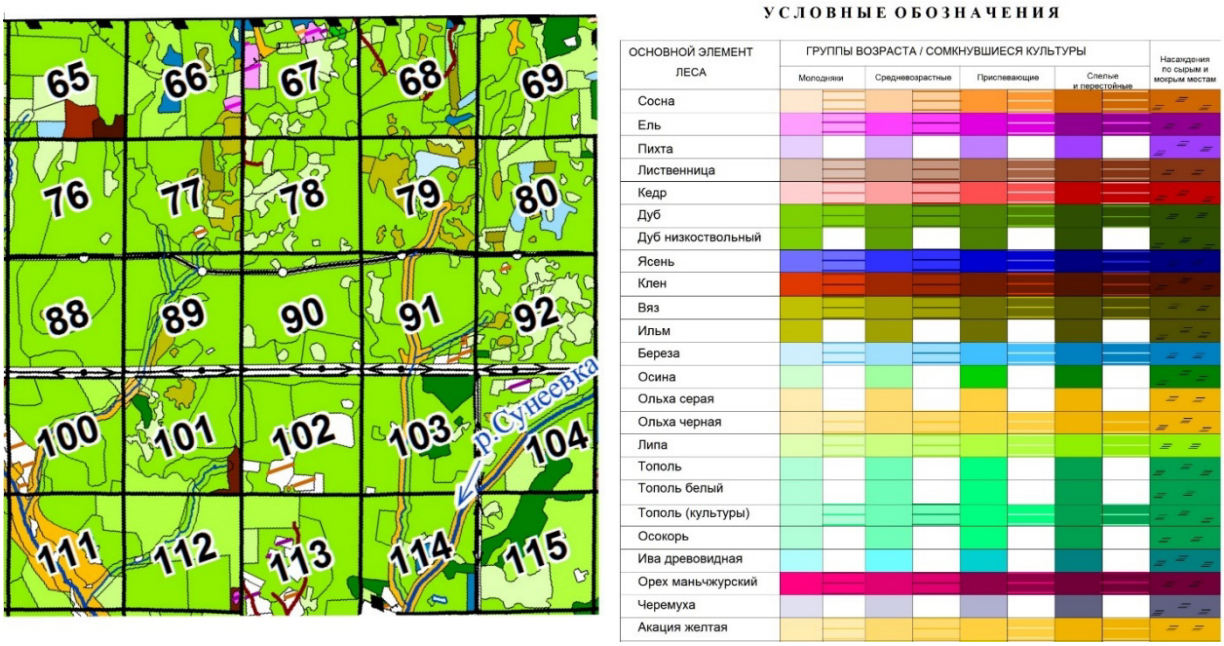


Рис. 6. Фрагмент квартальной сети, условные обозначения лесотаксационных выделов

В свою очередь кварталы делятся на лесотаксационные выделы – участки относительно однородные по почвенно-грунтовым условиям, по составу произрастающей на нем растительности, на которых изменчивость качественных и количественных показателей не превышает нормативных допусков и обуславливает проведение на всей площади выдела одних и тех же лесохозяйственных мероприятий. На каждый выдел составляется таксационное описание. [62].

О защитных лесах, об их категориях, об эксплуатационных лесах, о резервных лесах, об их границах

Леса, расположенные на землях лесного фонда, по целевому назначению делятся на защитные, эксплуатационные и резервные леса.

К защитным лесам относятся леса, которые являются природными объектами, выделяемыми в целях сохранения средообразующих, водоохранных, защитных, санитарно-гигиенических, оздоровительных и других полезных функций лесов. Использование защитных лесов в хозяйственных целях также допускается на условиях совместимости с целевым назначением защитных лесов и выполняемыми ими полезными функциями.

В защитных лесах выделяются следующие категории и подкатегории защитности:

1) леса, расположенные на особо охраняемых природных территориях;

2) леса, расположенные в водоохранных зонах;

3) леса, выполняющие функции защиты природных и иных объектов;

3.1) леса, расположенные в первом и втором поясах зон санитарной охраны источников питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения;

3.2) леса, расположенные в защитных полосах лесов (расположенные в границах полос отвода железных дорог и придорожных полос автомобильных дорог);

3.3) леса, расположенные в зеленых зонах;

3.4) леса, расположенные в лесопарковых зонах;

3.5) горно-санитарные леса;

4) ценные леса;

4.1) государственные защитные лесные полосы;

4.2) противоэрозионные леса;

4.3) пустынные, полупустынные леса;

4.4) лесостепные леса

4.5) лесотундровые леса;

4.6) горные леса;

4.7) леса, имеющие научное или историко-культурное значение;

4.8) леса, расположенные в орехово-промысловых зонах;

4.9) лесные плодовые насаждения;

4.10) ленточные боры;

4.11) запретные полосы лесов, расположенные вдоль водных объектов;

4.12) нерестоохранные полосы лесов

5) городские леса.

К эксплуатационным лесам относятся леса, которые подлежат освоению в целях устойчивого, максимально эффективного получения высококачественной древесины и других лесных ресурсов, продукции их переработки с обеспечением сохранения полезных функций лесов.

К резервным лесам относятся леса, в которых в течение двадцати лет не планируется осуществлять заготовку древесины, за исключением заготовки древесины гражданами для собственных нужд.

В Республике Башкортостан по данным формы №1-ГЛР защитные леса выделены на площади 1738,4 тыс.га (30,2%), эксплуатационные – 4009,9 тыс.га (69,8%). Резервных лесов не выделено (рис.7). [66]

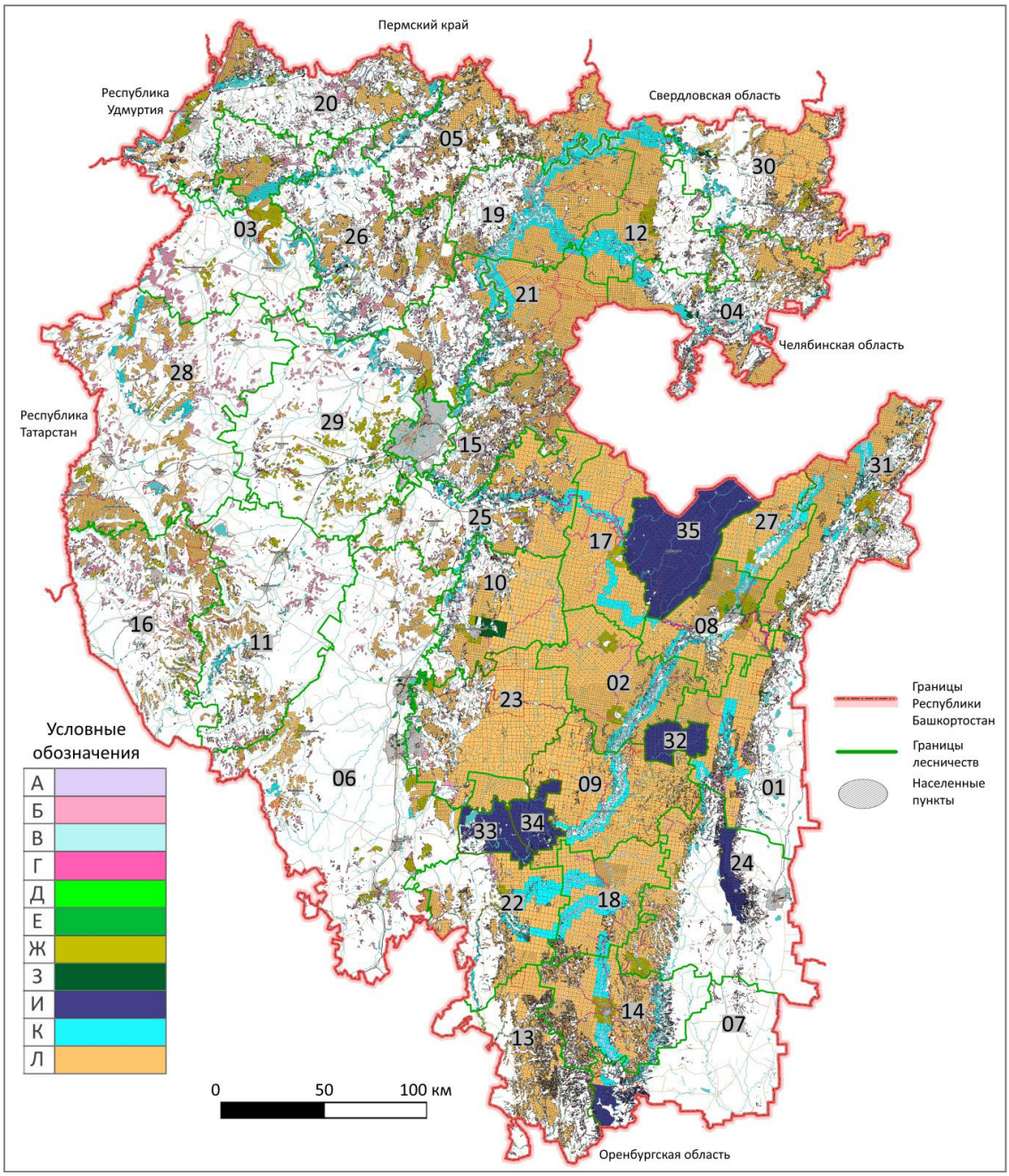


Рис. 7 Распределение лесов Республики Башкортостан по целевому назначению и лесничествам (на основе [55]).

Целевое назначение: А–леса, расположенные в водоохранных зонах; Б-лесостепные леса; В-нерестоохранные полосы лесов; Г-леса, расположенные в защитных полосах лесов; Д-государственные защитные лесополосы; Е-лесопарковые зоны; Ж-зеленые зоны; З–леса в 1 и 2 поясах зон санитарной охраны источников питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения; И-леса, расположенные на ООПТ; К-запретные полосы лесов вдоль водных объектов; Л–эксплуатационные леса. Лесничества: 1–Абзелиловское; 2–Авзянское; 3–Дюртюлинское; 4–Салаватское; 5–Аскинское; 6–Стерлитамакское; 7–Хайбуллинское; 8–Белорецкое; 9–Бурзянское; 10–Гафурийское; 11–Альшеевское; 12–Дуванское; 13–Зианчуринское; 14–Зилаирское; 15–Иглинское; 16–Белебеевское; 17–Инзерское; 18–Кананикольское; 19–Караидельское; 20–Янаульское; 21–Нуримановское; 22–Кугарчинское; 23–Макаровское; 24–Баймакское; 25–Архангельское; 26–Бирское; 27–Тирлянское; 28–Туймазинское; 29–Уфимское; 30–Белокатайское; 31–Учалинское; 32–Башкирский ГПЗ, 33–НП Башкирия, 34–ГПЗ Шульган-Таш; 35–Южно-Уральский ГПЗ.

Об особо защитных участках лесов, об их границах, о зонах с особыми условиями использования территорий

Особо защитные участки лесов выделяются в составе лесов в целях сохранения их защитных и иных экологических функций, с установлением в них соответствующего режима ведения лесного хозяйства и использования лесов. Особо защитные участки лесов могут быть выделены как в защитных, так и в эксплуатационных, а также в резервных лесах (рис. 8).

Рис. 8. Почвозащитные участки лесов

К особо защитным участкам лесов относятся:

1) берегозащитные, почвозащитные участки лесов, расположенных вдоль водных объектов, склонов оврагов (участки лесов в границах прибрежных защитных полос различной ширины в зависимости от уклона берега, расположения и значения; леса, расположенные на склоне оврага, и полосы лесов шириной до 50 метров, примыкающие к кромке оврага);

2) опушки лесов, граничащие с безлесными пространствами (опушки лесов шириной 100 метров от границы с безлесными пространствами, простирающимися не менее, чем на 2 километра от кромки леса);

3) лесосеменные плантации, постоянные лесосеменные участки и другие объекты лесного семеноводства (как правило, высокопродуктивные и высококачественные лесные насаждения, предназначенные для массового получения в течение длительного времени ценных по наследственным свойствам семян лесных растений);

4) заповедные лесные участки (сформировавшиеся естественным путем в течение длительного периода малонарушенные хозяйственной деятельностью и рекреацией небольшие по площади участки лесов, расположенные в границах лесных участков, предоставленных для заготовки древесины);

5) участки лесов с наличием реликтовых и эндемичных растений (участки лесов с наличием реликтовых и эндемичных растений, занесенных в Международную Красную книгу, Красную книгу Российской Федерации и красные книги субъектов Российской Федерации);

6) места обитания редких и находящихся под угрозой исчезновения диких животных (участки лесов, являющиеся местами обитания редких и находящихся под угрозой исчезновения диких животных, занесенных в Международную Красную книгу, Красную книгу Российской Федерации и красные книги субъектов Российской Федерации);

7) объекты природного наследия (природные объекты, природные памятники, геологические и физиографические образования и строго ограниченные зоны, природные достопримечательные места, подпадающие под критерии выдающейся универсальной ценности и определенные Конвенцией об охране всемирного культурного и природного наследия);

8) другие особо защитные участки лесов, предусмотренные лесоустроительной инструкцией (полосы лесов в горах вдоль верхней их границы с безлесным пространством; участки лесов, расположенным среди безлесных пространств; защитные полосы лесов вдоль гребней и линий водоразделов; участки лесов на крутых горных склонах; особо охранные части государственных природных заказников; леса в охранных зонах государственных природных заповедников, национальных парков, природных парков и памятников природы, а также территориях, зарезервированных для создания особо охраняемых природных территорий федерального значения; малонарушенные лесные территории; участкам лесов вокруг глухариных токов; участки лесов вокруг естественных солонцов; полосы лесов по берегам рек или иных водных объектов, заселенных бобрами; медоносные участки лесов; постоянные пробные площади; леса вокруг санаториев, детских лагерей, домов отдыха, пансионатов, туристических баз и других лечебных и оздоровительных учреждений; участки лесов вокруг минеральных источников, используемых в лечебных и оздоровительных целях или имеющих перспективное значение; полосы лесов вдоль трасс туристических маршрутов; участки лесов вокруг сельских населенных пунктов и садовых товариществ и др.). [55].

На 01.01.2021 на землях лесного фонда Республики Башкортостан выделены особо защитные участки на площади 1068,3 тыс.га.

О лесных участках и об их границах

В лесном кодексе Российской Федерации (2006) прописано, что лесным участком является земельный участок, который расположен в границах лесничеств и образован в соответствии с требованиями земельного законодательства и лесного кодекса. Это означает, что в настоящее время лесным участком является, с одной стороны, земельный участок как часть земной поверхности, имеющей характеристики, позволяющие определить ее в качестве индивидуально определенной вещи, с другой стороны – уча-

сток из состава земель лесного фонда, сформированный в результате лесоустроительных работ.

Таким образом, лесной участок может иметь следующие характеристики:

- площадь;
- местоположение (субъект Российской Федерации, муниципальный район, лесничество, участковое лесничество, урочище (при наличии), номер (номера) лесного квартала, лесотаксационного выдела);
- кадастровый номер (или номер учетной записи в государственном лесном реестре);
- вид целевого назначения лесов и категория защитных лесов;
- вид разрешенного использования лесов;
- границы лесного участка:
- сведения о качественных и количественных характеристиках лесного участка [26, 30].

О количественных, качественных, об экономических характеристиках лесов и лесных ресурсов

Количественные, качественные и экономические характеристики включают информацию о площадях лесов и запасах древесины в них по преобладающим породам лесных насаждений и группам возраста.

В Республике Башкортостан хвойные породы представлены сосной обыкновенной, лиственницей Сукачева, елью сибирской и пихтой сибирской. Основная часть сосновых лесов сосредоточена в горах Южного Урала и низовьях реки Белой. В лесах Уфимского плато встречаются естественные гибриды ели сибирской с елью обыкновенной. Пихтово-еловые леса в Башкирии сосредоточены на Уфимском плато (бассейн р. Уфа) и в высокогорьях Южного Урала. Важную роль в образовании лесов Башкирии играют и такие ценные древесные породы, как дуб черешчатый и липа мелколистная, которые вместе с подлесочными кустарниками – лещиной, бересклетом бородавчатым, жимолостью лесной – создают сложные лесные экосистемы с высоким биоразнообразием. Липняки в Башкортостане находятся под защитой, рубки их заметно ограничены в интересах пчеловодства.

Среди хвойных пород преобладают сосняки, занимающие 69% площади хвойных насаждений. Ельники произрастают на 23% площади. Примерно одинаковое распространение имеют пихта и ель. Доля этих пород составляет по 4,0%. Кедр в Республике Башкортостан имеет весьма ограниченное распространение, преимущественно в лесных культурах. Доля этой породы среди хвойных по площади составляет всего 0,02%.

Твердолиственные породы в лесах Республики Башкортостан представлены в основном следующими породами: дубом (высокоствольным и низкоствольным), вязом (ильмом), кленом и ясенем. Наибольшее распространение среди твердолиственных имеет дуб. Его доля по площади со-

ставляет 56% (в том числе дуба высокоствольного – 2%, а низкоствольного – 54%). Второе место по распространению занимает клен, удельный вес которого по площади составляет 34%. Доля вяза среди твердолиственных составляет по площади 10%. Ясень в лесах Башкортостана имеет ограниченное распространение. Его удельный вес среди твердолиственных по площади составляет 0,2%.

Мягколиственные породы в лесах Республики Башкортостан представлены семью преобладающими древесными породами: березой, осиной, ольхой серой, ольхой черной, липой, тополем и ивой древовидной. Среди этих пород преобладает береза, произрастающая на 39% площади мягколиственных насаждений. Весьма значительно распространение липы. Ее доля среди мягколиственных по площади – 32. Третье место по представленности среди мягколиственных пород занимает осина. Доля этой породы по площади составляет 22%. Ольха серая произрастает на 6% площади мягколиственных пород. Остальные мягколиственные породы в лесах имеют весьма ограниченное распространение [55].

Среди лесообразующих пород Республики Башкортостан наибольшие площади имеет береза -1389 тыс.га с запасом 198 млн.куб.м, на втором месте – липа (1161 тыс.га, 215 млн.куб.м), на третьем – сосна (787 тыс.га, 128 млн.куб.м), на четвертом – осина (769 тыс.га, 116 млн.куб.м) остальные породы по отдельности занимают не более 300 тыс.га и имеют запас древесины не более 50 млн.куб.м (рис. 9).

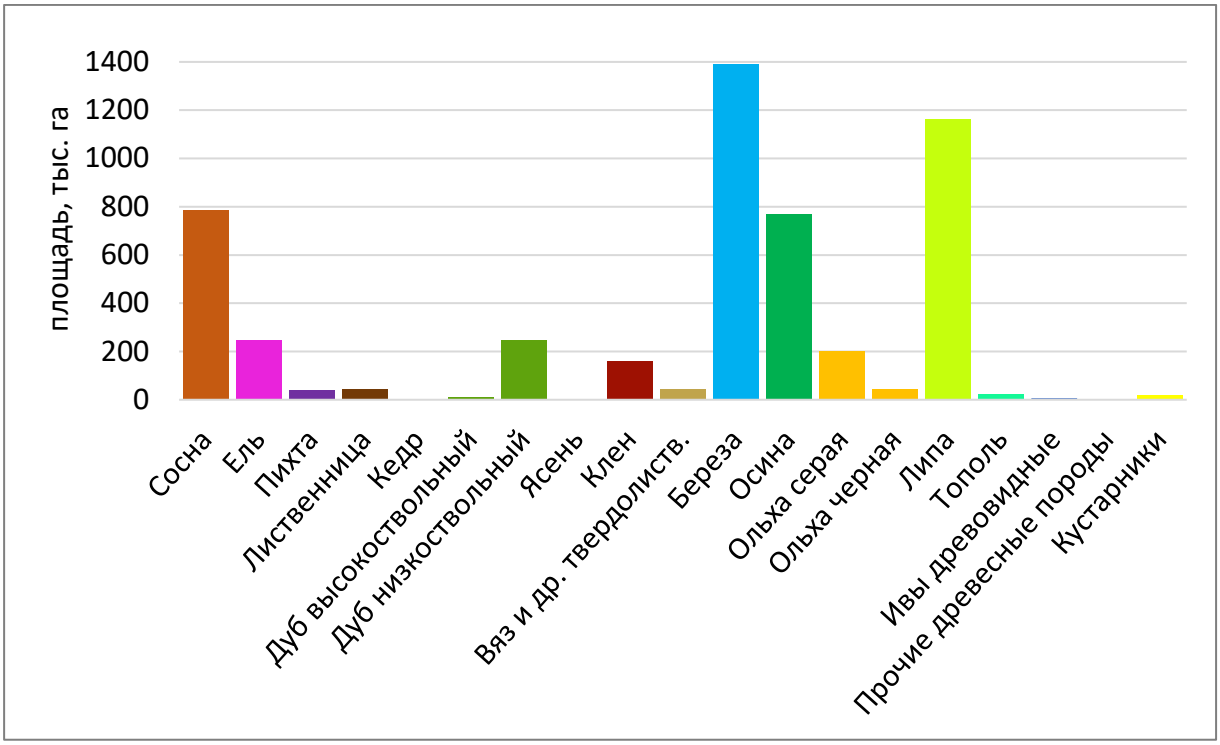


Рис. 9 Распределение площади лесов по преобладающим породам (составлено по данным формы №2-ГЛР [66])

Распределение общей площади лесов по группам возраста крайне неравномерное. Доля молодняков составляет 18,2%, средневозрастных насаждений – 21,2%, приспевающих – 14,2%, спелых и перестойных – 46,4%. Среди хвойных пород преобладают молодняки, доля которых по площади составляет 48,7%. Твердолиственное и мягколиственное хозяйства характеризуются большим накоплением спелых и перестойных насаждений, доля которых по площади в первом хозяйстве составляет 56,9%, а во втором – 52,1%. Среди твердолиственных и мягколиственных насаждений очень мало молодняков (4,3% и 10,1%, соответственно) [55].

Об использовании, охране, о защите, воспроизводстве лесов, в том числе о лесном семеноводстве

Лесное законодательство определяет основные принципы и виды использования лесов. К принципам относятся использование лесов в рамках устойчивого развития с сохранением биологического разнообразия лесов, повышение их потенциала; сохранение средообразующих, водоохранных, защитных, санитарно-гигиенических, оздоровительных и иных полезных функций лесов в интересах обеспечения права каждого на благоприятную окружающую среду; использование лесов с учетом их глобального экологического значения, а также с учетом длительности их выращивания и иных природных свойств лесов; обеспечение многоцелевого, рационального, непрерывного, неистощительного использования лесов для удовлетворения потребностей общества в лесах и лесных ресурсах; использование лесов способами, не наносящими вреда окружающей среде и здоровью человека; использование лесов по целевому назначению, определяемому в соответствии с видами лесов и выполняемыми ими полезными функциями; недопустимость использования лесов органами государственной власти, органами местного самоуправления; платность использования лесов.

В Республике Башкортостан на 01.01.2021 г. по данным форм №8-ГЛР и №9-ГЛР заготовка древесины является одним из основных видов использования лесов. Ее объемы составили 1672,3 тыс.куб.м (кроме того при заготовке древесины при остальных видах использования лесов - 56,3 тыс.куб.м) при расчетной лесосеке - допустимом объеме изъятия древесины – 10551,3 тыс.куб.м.

Помимо заготовки использование лесов представлено следующими видами:

– заготовка пищевых лесных ресурсов и сбор лекарственных растений - 0,05 тыс.га;

– осуществление видов деятельности в сфере охотничьего хозяйства – 41, 21 тыс.га;

– ведение сельского хозяйства – 5,87 тыс.га;

– осуществление научно-исследовательской деятельности, образовательной деятельности – 4,07 тыс.га;

– осуществление рекреационной деятельности – 73,27 тыс.га;

– создание лесных плантаций и их эксплуатация – 0,01 тыс.га;

– выращивание лесных плодовых, ягодных, декоративных растений, лекарственных растений – 0,08 тыс.га (выращивание посадочного материала лесных растений – саженцев, сеянцев – 15,7 млн.штук);

– осуществление геологического изучения недр, разведка и добыча полезных ископаемых – 5,79 тыс.га;

– строительство и эксплуатация водохранилищ и иных искусственных водных объектов, а также гидротехнических сооружений, морских портов, морских терминалов, речных портов, причалов – 0,32 тыс.га;

– строительство, реконструкция, эксплуатация линейных объектов – 2,45 тыс.га;

– переработка древесины и иных лесных ресурсов – 0,02 тыс.га;

– осуществление религиозной деятельности и иные виды [66].

Общие экологические правила заключаются в том, что все леса подлежат охране от пожаров, загрязнения (в том числе радиоактивными веществами и нефтепродуктами) и иного негативного воздействия, а также защите от вредных организмов. При этом необходимо различать два термина:

- если речь идет о негативном физическом, химическом, радиоактивном или ином негативном воздействии, то противодействие таковому (в том числе ликвидация последствий) именуется в Лесном кодексе Российской Федерации (2006) охраной;

- если речь идет о биологическом воздействии на леса (угроза причинения им вреда со стороны вредных организмов), то меры противодействия такой угрозе называются защитой лесов [45].

Вырубленные, погибшие, поврежденные леса подлежат воспроизводству, в том числе с использованием саженцев, сеянцев основных лесных древесных пород, выращенных в лесных питомниках. Воспроизводство лесов включает в себя: лесное семеноводство; лесовосстановление; уход за лесами, осуществление отнесения земель, предназначенных для лесовосстановления, к землям, на которых расположены леса.

В Республике Башкортостан выполняемые мероприятия по охране, защите и воспроизводству лесов и их годовой объем представлен в таблице 6.

Талица 6. Выполненные мероприятия по охране и защите и воспроизводству лесов в Республике Башкортостан на 01.01.2021 (составлено по данным формы №15-ГЛР и №16-ГЛР [66])

Виды мероприятий	Выполненный год. объем
Охрана лесов	
Меры противопожарного обустройства лесов:	
строительство, реконструкцию и эксплуатацию лесных дорог, предна-	0,84

значенных для охраны лесов от пожаров, тыс.км	
строительство, реконструкцию и эксплуатацию посадочных площадок для самолетов, вертолетов, используемых в целях проведения авиационных работ по охране и защите лесов, тыс.шт	0,001
прокладку просек, противопожарных разрывов, тыс.км	0,02
прочистка просек, тыс.км	0,01
устройство противопожарных минерализованных полос, тыс.км	2,83
прочистка противопожарных минерализованных полос и их обновление, тыс.км	11,20
строительство, реконструкцию и эксплуатацию пожарных наблюдательных пунктов (вышек, мачт, павильонов и других наблюдательных пунктов), тыс.шт	0,07
строительство, реконструкцию и эксплуатацию пунктов сосредоточения противопожарного инвентаря, тыс.шт	1,31
устройство пожарных водоемов и подъездов к источникам противопожарного водоснабжения, тыс.шт	0,18
эксплуатация пожарных водоемов и подъездов к источникам противопожарного водоснабжения, тыс.шт	0,24
проведение профилактического контролируемого противопожарного выжигания хвороста, лесной подстилки, сухой травы и других лесных горючих материалов, тыс.га	0,38
благоустройство зон отдыха граждан, пребывающих в лесах, тыс.шт	0,78
установка и эксплуатация шлагбаумов, устройство преград, обеспечивающих ограничение пребывания граждан в лесах в целях обеспечения пожарной безопасности, тыс.шт	0,23
установку и размещение стендов и других знаков и указателей, содержащих информацию о мерах пожарной безопасности в лесах, тыс.шт	2,08
Защита лесов	
Лесопатологическое обследование, за исключением обследований с использованием авиационных средств, тыс.га	14,11
Предупреждение распространения вредных организмов, тыс.га	10,63
в т.ч. профилактические мероприятия по защите лесов, тыс.га	5,27
Санитарно-оздоровительные мероприятия, в т.ч. рубки погибших поврежденных лесных насаждений, тыс.га	5,36
Ликвидация очагов вредных организмов за исключением обследований с использованием авиационных средств, тыс. га	18,43
в т.ч. уничтожение или подавление численности вредных организмов, в т.ч. применением химических препаратов, тыс.га	8,32
воспроизводство лесов	
Заготовка семян лесных растений, тонн	2,30
Выращивание стандартного посадочного материала деревьев и кустарников, млн.шт	33,67
Посев семян в питомниках, тыс.га	0,02
Лесовосстановление, тыс.га	15,31
Агротехнический уход за лесными культурами, тыс.га	42,89
Уход за лесами, тыс.га	16,11

Особенности охраны в лесах редких и находящихся под угрозой исчезновения деревьев, кустарников, лиан, иных лесных растений, занесенных в Красную книгу Российской Федерации или Красные книги субъектов Российской Федерации

Редкие и находящихся под угрозой исчезновения деревья, кустарники, лианы и иные лесные растения, занесенные в Красную книгу Российской Федерации или красные книги субъектов Российской Федерации подлежат изъятию из хозяйственного использования.

Запрещается деятельность, ведущая к сокращению численности редких видов растений, ухудшающая среду их произрастания.

При обнаружении редких видов растений при таксации лесов, сведения о местонахождении выявленных редких видов растений (лесничество, участковое лесничество, квартал, выдел) должны быть отражены в государственном лесном реестре, с указанием проектируемых мер охраны.

Сведения о редких видах растений, произрастающих на лесном участке, включая, в том числе, сведения о размерах их буферных зон для конкретного лесничества, лесопарка, должны быть отражены в лесохозяйственном регламенте лесничества, в проекте освоения лесов.

Лица, использующие леса, при обнаружении редкого вида растения должны принять меры к тому, чтобы как сам экземпляр этого вида растения, так и место его обитания не пострадали при дальнейшей хозяйственной деятельности. Указанные меры могут содержать запрет рубок на определенных участках лесосеки, ограничения по сезонности заготовки древесины, ограничения на создание объектов лесной инфраструктуры, а также объектов, не связанных с созданием лесной инфраструктуры.

При отводе и таксации лесосек для заготовки древесины редкие виды растений отмечаются яркой лентой, в том числе липкой. В случае, если часть лесосеки, на которой произрастают редкие виды растений, занимает площадь более 0,01 га, то такая площадь отграничивается в натуре и заносится в технологическую карту лесосечных работ как неэксплуатационный участок лесосеки. Информация об обнаруженных редких видах растений отмечается в приложении к технологической карте лесосечных работ, в которой указываются название вида, его статус, меры, принимаемые для сохранения редких видов растений.

Лица, использующие леса, обязаны передавать сведения о выявленных местах обитания редких видов растений в органы государственной власти субъектов Российской Федерации, уполномоченные в области лесных отношений, для учета указанных мест в лесохозяйственных регламентах или выделения как особо защитных участков лесов при проведении лесоустройства [28].

В красную книгу Республики Башкортостан (2021 г) включены 288 видов растений и грибов, из них 220 – покрытосеменных растений 10 – папоротниковидных, 2 – плауновидных, 4 – печеночников, 26 – мхов, 2 – водорослей, 14 – лишайников, 10 – грибов (рис. 10).

Рис. 10. Некоторые представители растений и грибов Красной книги Республики Башкортостан:

а – венерин башмачок вздутоцветковый, б – прострел уральский, в – паутинник фиолетовый, г – солнцецвет башкирский, д – пион уклоняющийся, е – золототычиночник болотный, ж – чешуйчатка огненная, з –ковыль красивейший, и – гвоздика ползучая, к – лук плевокорневищный, л – флокс сибирский, м – корневищник горный, н -шампиньон Бернара

Покрытосеменные представлены следующие семействами: луковые, сельдерейные, ластовневые, спаржевые, астровые, березовые, бурачниковые, капустные, гвоздичные, маревые, ладанниковые, толстянковые, осоковые, росянковые, вересковые, молочайные, бобовые, франкениевые, горечавковые, гераниевые, шаровницевые, ирисовые, ситниковые, яснотковые, пузырчатковые, лилейные, кермековые, льновые, мальвовые, вахтовые, кувшинковые, орхидные, пионовые, подорожниковые, мятликовые, синюховые, рдестовые, первоцветные, грушанковые, лютиковые, розовые, рутовые, ивовые, камнеломковые норичниковые, водяноореховые, рогозовые, валериановые, парнолистниковые. Папоротниковидные – семействами: кочедыжниковые, гроздовниковые, щитовниковые, ужовниковые, сальвиниевые, вудсиевые [53].

О предоставлении лесов гражданам, юридическим лицам

Лесные участки, находящиеся в государственной или муниципальной собственности, предоставляются юридическим лицам в постоянное (бессрочное) пользование, аренду, безвозмездное пользование, гражданам - в аренду, безвозмездное пользование. Наиболее крупные арендаторы Республики Башкортостан в области заготовки древесины: Уфимский фанерный комбинат, Уфимский фанерно-плитный комбинат, Лесопромышленная компания "Селена".

Контрольные вопросы

1. Дайте определение лесу как экологической системе и как природному ресурсу.
2. Для каких целей ведется государственный лесной реестр?
3. Назовите нормативно-правовую базу ведения государственного лесного реестра.
4. Перечислите состав сведений государственного лесного реестра.
5. Что относится к количественным, качественным, экономическим характеристикам лесов и лесных ресурсов?
6. Охарактеризуйте породный состав лесов Республики Башкортостан.
7. На каких категориях земель произрастают леса в Республике Башкортостан?
8. Какие леса выделены в Республике Башкортостан по целевому назначению и категориям защитности?
9. Перечислите виды использования лесов.
10. Чем отличается защита леса от охраны леса по лесному законодательству?

5. ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ВОДНЫЙ РЕЕСТР

Общие сведения

Водные ресурсы – это поверхностные и подземные воды, которые находятся в водных объектах, используются или могут быть использованы. Водные ресурсы – это и сырье, необходимое для производства различных видов промышленной, сельскохозяйственной продукции, выработки энергии, и поэтому являются определяющим факторов развития и размещения производственных сил региона.

Воды являются возобновляемым, но ограниченным и уязвимым природным ресурсом. Для управления водными ресурсами в целях обеспечения прав граждан на чистую воду и благоприятную водную среду, поддержания качества поверхностных и подземных вод в состоянии, которое отвечает санитарным и экологическим требованиям, поддержания оптимальных условий водопользования, необходим всесторонний государственный учет.

В соответствии со ст. 31 Водного кодекса Российской Федерации (2006 г.) государственный водный реестр (ГВР) представляет собой систематизированный свод документированных сведений о водных объектах, находящихся в федеральной собственности, собственности субъектов Российской Федерации, собственности муниципальных образований, собственности физических лиц, юридических лиц, об их использовании, о речных бассейнах, о бассейновых округах. В государственном водном реестре осуществляется государственная регистрация договоров водопользования, решений о предоставлении водных объектов в пользование, перехода прав и обязанностей по договорам водопользования, а также прекращения договора водопользования.

Ведение государственного водного реестра осуществляется Федеральным агентством водных ресурсов.

В государственный водный реестр включаются документированные сведения по трем разделам.

Раздел 1. Водные объекты и водные ресурсы:

– о бассейновых округах;

– о речных бассейнах;

– о водных объектах, расположенных в границах речных бассейнов, в том числе об особенностях режима водных объектов, их физико-географических, морфометрических и других особенностях;

– о местоположении береговой линии (границы водного объекта).

Раздел 2. Водопользование:

– о водохозяйственных участках;

– об использовании водных объектов, в том числе о водопотреблении и сбросе вод, в том числе сточных вод, в водные объекты;

– о решениях о предоставлении водных объектов в пользование;

– о договорах водопользования;

– о разрешениях на захоронение донного грунта в морях или их отдельных частях;

– о водоохранных зонах и прибрежных защитных полосах, зонах затопления, подтопления и других зонах с особыми условиями их использования;

– об иных документах, на основании которых возникает право собственности на водные объекты или право пользования водными объектами.

Раздел 3. Инфраструктура на водных объектах:

– о водохозяйственных системах;

– о гидротехнических и иных сооружениях, расположенных на водных объектах [18].

О бассейновых округах о речных бассейнах

Бассейновые округа являются основной единицей управления в области использования и охраны водных объектов и состоят из речных бассейнов и связанных с ними подземных водных объектов и морей. В Российской Федерации устанавливается двадцать один бассейновый округ: Балтийский; Баренцево-Беломорский; Двинско-Печорский; Днепровский; Донской; Кубанский; Западно-Каспийский; Верхневолжский; Окский; Камский; Нижневолжский; Уральский; Верхнеобский; Иртышский; Нижнеобский; Ангаро-Байкальский; Енисейский; Ленский; Анадыро-Колымский; Амурский; Крымский.

Речной бассейн - территория, поверхностный сток вод с которой через связанные водоемы и водотоки осуществляется в море или озеро [2].

В границах Республики Башкортостан выделяется 3 бассейновых округа: Камский, Уральский и Иртышский (рис. 11).

Камский бассейновый округ включает водные объекты бассейна реки Камы. Большая часть территории Республики Башкортостан (79%) относится к Камскому бассейновому округу, включая речные бассейны и подбассейны рек Белая (Сюнь, База, Быстрый Танып, Бирь, Чермасан, Кармасан, Дема, Уфа, Уса, Юрюзань, Тюй, Ай, Уршак, Сим, Инзер, Лемеза, Зилим, Куганак, Ашкадар, Нугуш, Узян), Ик (Усень) и Буй [46]. Организационно территории бассейнового округа управляются Камским бассейновым водным управлением.

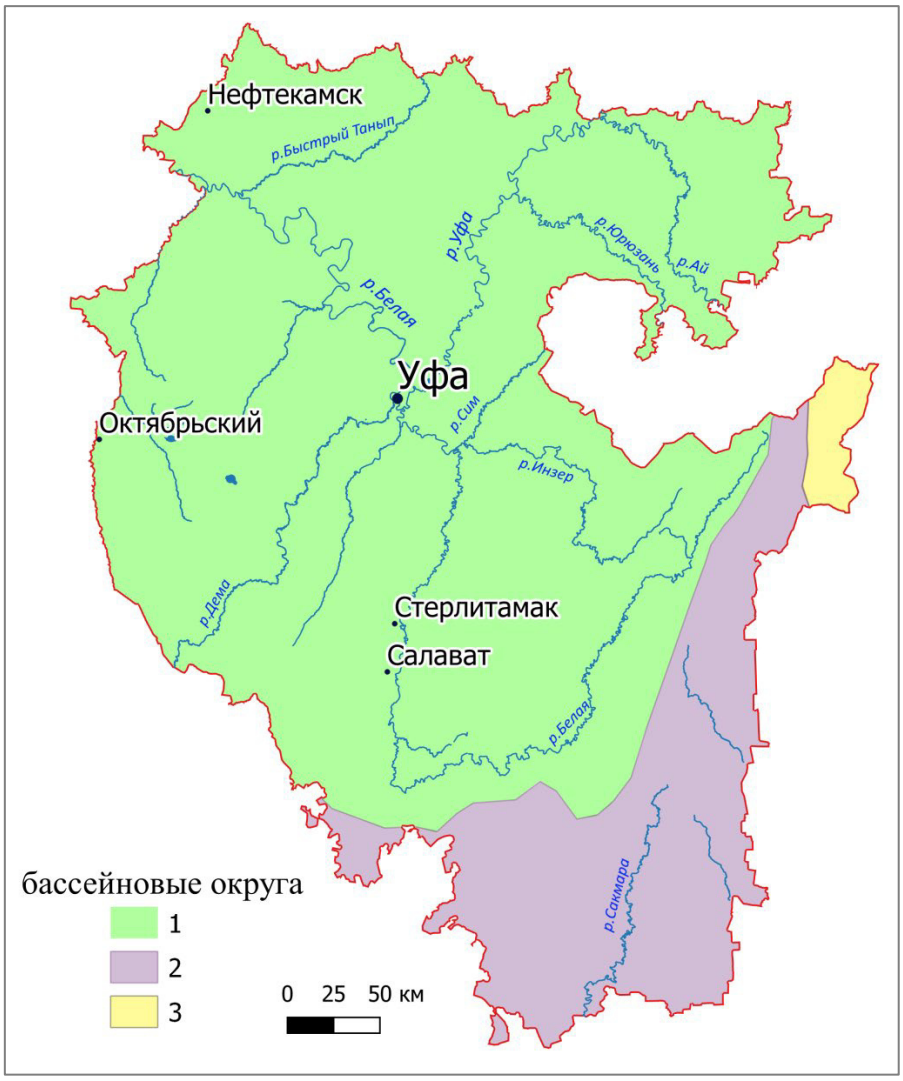


Рис. 11 Бассейновые округа в границах Республики Башкортостан: 1 – Камский; 2 – Уральский; 3 – Иртышский.

Уральский бассейновый округ включает водные объекты бассейна Каспийского моря от государственной границы Российской Федерации до бассейна реки Волги. Около 20% территории Республики Башкортостан относится к Уральскому бассейному округу, включая речные бассейны и подбассейны рек Малый Кизил, Большой Кизил, Таналык, Сакмара (Большой Ик, Большая Сурень, Малый Ик, Касмарка, Зилаир, Крепостной Зилаир). Организационно территории бассейнового округа управляются Нижне-волжским бассейновым водным управлением.

Иртышский бассейновый округ включает водные объекты бассейна реки Иртыш. Незначительная часть территории республики (менее 1%) относится к этому округу. Организационно территории бассейнового округа управляются Нижне-Обским бассейновым водным управлением.

О водных объектах, расположенных в границах речных бассейнов, в том числе об особенностях режима водных объектов, их физико-географических, морфометрических и других особенностях

Водные объекты в зависимости от особенностей их режима, физико-географических, морфометрических и других особенностей подразделяются на поверхностные и подземные водные объекты.

К поверхностным водным объектам относятся:

1) моря или их отдельные части (проливы, заливы, в том числе бухты, лиманы и другие);

2) водотоки (реки, ручьи, каналы);

3) водоемы (озера, пруды, обводненные карьеры, водохранилища);

4) болота (низинные, переходные, верховые);

5) природные выходы подземных вод (родники, гейзеры);

6) ледники, снежники.

К подземным водным объектам относятся:

1) бассейны подземных вод;

2) водоносные горизонты.

В соответствии с утвержденными формами государственного водного реестра по водному объекту вносятся сведения о принадлежности водного объекта к гидрографической единице, характеристики постов наблюдений, гидрографические характеристики водосборных площадей, гидрологические характеристики (уровни, расходы, температура воды), состояние и качество вод (повторяемость превышений предельно-допустимых концентраций характерных загрязняющих веществ, число случаев высокого и экстремально высокого загрязнения, оценка качества воды по гидрохимическим и гидробиологическим показателям [22].

В Республике Башкортостан насчитывается около 13 тысяч рек общей протяженностью свыше 57 тыс. км. Основную часть из них (99,9% по количеству и 87% по протяженности) составляют реки длиной менее 100 км.

Основная водная артерия Башкортостана – река Белая (Агидель). Водосборная площадь реки Белой составляет 72,2% от территории республики. Суммарные ресурсы поверхностных вод бассейна реки Белой в средний по водности год – 30 км^3, из которых более 70% формируется на территории Республики Башкортостан, что составляет до 82% годового республиканского речного стока.

Годовой сток р. Уфа, самого крупного притока р. Белая, равен 12,3 км^3 или 35% стока всех водных ресурсов республики, по р. Сим с притоком Инзер эта величина равна 4,3 км^3, р.Ай – 2,65 км^3, р.Юрюзань – 1,95 км^3, р.Дема – 1,49 км^3, р.Сакмара – 0,7 км^3, р.Уй – 0,095 км^3.

Качество воды р.Белая в 2020 г в преобладающем числе створов характеризовалось 3-м классом как «загрязненная» или «очень загрязненная». Перечень характерных загрязняющих веществ включал органические

вещества (по ХПК и БПК5), соединения меди, железа, марганца, цинка и никеля, в меньшей степени – хлориды, нефтепродукты и азот нитритный.

В настоящее время в республике эксплуатируются 14 крупных водохранилищ: Павловское емкостью 1410 млн. м^3; Юмагузинское – 456 млн. м^3; Нугушское – 400 млн. м^3; Кармановское – 134 млн. м^3; Акъярское – 49,4 млн. м^3; Сакмарское – 26,1 млн. м^3; Бузавлыкское – 19,1 млн. м^3; Ермекеевское – 19 млн. м^3; Туймазинское – 17,5 млн. м^3; Таналыкское – 14,2 млн. м^3; «Уртатау» на р. Тюлянь – 13,4 млн. м^3; Слакское –13,5 млн. м^3; Нурлинское – 10,0 млн. м^3; Юшатырское – 32,0 млн. м^3.

В республике насчитывается около 2000 озер, из них 75% расположены в западных равнинных районах, остальные - в Башкирском Зауралье. Наиболее крупные озера: Асликуль, Кандрыкуль, Чебаркуль, Белое озеро (Аккуль), Яктыкуль (Банное), Суртанды, Ургун, Мулдаккуль, Атавды, Култубан.

Болота в республике занимают незначительную площадь – около 0,8%. Почти половина всех болот приходится на самый западный (Краснокамский), центрально-возвышенный (Белорецкий) и самый восточный (Учалинский) районы. Там имеются болота площадью более 1000 га. Более распространенными в республике являются низинные (эвтрофные) болота. Верховые (сфагновые) и переходные болота встречаются редко и потому многие из них вошли в состав особо охраняемых природных территорий. Самыми большими и важными для гидрологии являются болотные массивы межгорных котловин, откуда берут начало все основные реки республики (Тыгынское, Тюлюкское, Сычинное, Инзерское, Юрюзанское, Куянтавское, Журавлиное и др.) [51].

О местоположении береговой линии (границы водного объекта)

Береговая линия (граница водного объекта) определяется для:

1) моря - по постоянному уровню воды, а в случае периодического изменения уровня воды - по линии максимального отлива;

2) реки, ручья, канала, озера, обводненного карьера - по среднемноголетнему уровню вод в период, когда они не покрыты льдом;

3) пруда, водохранилища - по нормальному подпорному уровню воды;

4) болота - по границе залежи торфа на нулевой глубине.

В результате выполнения работ по описанию местоположения береговой линии обеспечивается подготовка: перечня координат характерных точек береговой линии; картографической основы с нанесенной береговой линией; пояснительной записки.

Характерными точками береговой линии являются точки изменения описания береговой линии и деления ее на части. Координаты характерных точек береговой линии определяются в системе координат, установленной для ведения государственного кадастра недвижимости [35].

О водохозяйственных участках

Выделение водохозяйственных участков основано на гидрографо-географическом и экономико-географических подходах к районированию территорий.

Водохозяйственные участки представляют собой минимальные части речных бассейнов (минимальные учетные единицы), используемые при составлении водохозяйственных балансов и достаточные (с позиций обеспечения неистощительного водопользования и охраны водных объектов) для определения лимитов забора воды, лимитов сбросов сточных вод, других параметров использования водных объектов или их частей, расположенных в пределах конкретных водохозяйственных участков.

Так, по состоянию на 08.02.2022 для бассейна реки Белая Камского бассейного округа по данным форм №2.1-ГВР и №2.4-ГВР установлено 16 водохозяйственных участков (табл. 7). Для них определены лимиты забора (изъятия) воды и сброса сточных вод, а также квоты по субъектам Российской Федерации (табл. 8) [68].

Таблица 7. Характеристики водохозяйственных участков реки Белой

Код участка	Наименование участка	Длина водотока, км	Площадь, тыс.км^2
10.01.02.001	Белая от истока до водомерного поста Арский камень	133	2,3
10.01.02.002	Белая от водомерного поста Арский камень до Юмагузинского гидроузла	426	7,8
10.01.02.003	Нугуш от истока до Нугушского гидроузла	187	2,9
10.01.02.004	Белая от Юмагузинского гидроузла до г. Салават без р.Нугуш (от истока до Нугушского гидроузла)	79	3,7
10.01.02.005	Белая от г. Салават до г. Стерлитамак	51	4,3
10.01.02.006	Сим	239	11,7
10.01.02.007	Белая от г. Стерлитамак до водомерного поста с. Охлебино без р.Сим	192	9,6
10.01.02.008	Уфа от истока до Долгобродского гидроузла	67	1,3
10.01.02.009	Уфа от Долгобродского гидроузла до Нязепетровского гидроузла	58	1,6
10.01.02.010	Ай	549	15,0
10.01.02.011	Уфа от Нязепетровского гидроузла до Павловского гидроузла без р.Ай	621	29,1
10.01.02.012	Уфа от Павловского гидроузла до водомерного поста пгт. Шакша	134	5,4
10.01.02.013	Дема от истока до водомерного поста д. Бочкарева	481	12,5
10.01.02.014	Белая от водомерного поста с. Охлебино до г. Уфа без р.Уфа (от истока до пгт. Шакша) и Дема (от истока до поста д. Бочкарева)	94	5,5
10.01.02.015	Белая от г. Уфа до г. Бирск	181	8,2
10.01.02.016	Белая от г. Бирск до устья	267	21,0

Таблица 8. Лимиты и квоты по водохозяйственным участкам реки Белой

Код участка	Лимиты, млн.м^3		Квоты, млн.м^3		
	изъятие	сброс	субъект РФ	изъятие	сброс
10.01.02.001	98,44	86,03	Респ.Башкортостан	98,44	86,03
10.01.02.002	25,07	0,78	Респ.Башкортостан	25,07	0,78
10.01.02.003	0,16	0,13	Респ.Башкортостан	0,16	0,13
10.01.02.004	156,38	43,16	Респ.Башкортостан	156,38	43,16
10.01.02.005	583,03	439,02	Респ.Башкортостан	583,03	439,02
10.01.02.006	105,92	663,62	Челябинская обл.	29,69	597,14
			Респ.Башкортостан	76,23	66,48
10.01.02.007	280,92	96,07	Респ.Башкортостан	280,92	96,07
10.01.02.008	0	14,63	Челябинская обл.	0	14,63
10.01.02.009	108,50	0	Челябинская обл.	108,50	0
10.01.02.010	153,89	551,01	Челябинская обл.	139,50	538,98
			Респ.Башкортостан	14,39	12,03
10.01.02.011	1377,23	1179,12	Челябинская обл.	8,56	542,71
			Свердловская обл.	1143,83	530,74
			Пермский край	46,23	21,72
			Респ.Башкортостан	178,61	83,95
10.01.02.012	2903,25	1364,53	Респ.Башкортостан	2903,25	1364,53
10.01.02.013	300,69	39,39	Респ.Башкортостан	260,45	34,12
			Оренбургская обл.	40,24	5,27
10.01.02.014	2859,64	3360,08	Респ.Башкортостан	2859,64	3360,08
10.01.02.015	2344,93	2666,18	Респ.Башкортостан	2344,93	2666,18
10.01.02.016	1242,35	399,99	Респ.Татарстан	66,50	0,20
			Респ.Башкортостан	1057,86	359,67
			Пермский край	117,99	40,12

Об использовании водных объектов, в том числе о водопотреблении и сбросе вод, в том числе сточных вод, в водные объекты

Водопользование осуществляется с предоставлением или без предоставления водных объектов для целей питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения, сброса сточных вод, производства электрической энергии, водного и воздушного транспорта, сплава древесины (лесоматериалов) и иных целей.

Сточные воды - дождевые, талые, инфильтрационные, поливомоечные, дренажные воды, сточные воды централизованной системы водоотведения и другие воды, отведение (сброс) которых в водные объекты осуществляется после их использования или сток которых осуществляется с водосборной площади.

Запрещается сброс сточных, в том числе дренажных, вод в водные объекты:

1) содержащие природные лечебные ресурсы;

2) отнесенные к особо охраняемым водным объектам.

Запрещается сброс сточных, в том числе дренажных, вод в водные объекты, расположенные в границах:

1) зон санитарной охраны источников питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения;

2) первой, второй зон округов санитарной (горно-санитарной) охраны лечебно-оздоровительных местностей и курортов;

3) рыбохозяйственной заповедной зоны озера Байкал, рыбохозяйственных заповедных зон.

По данным отдела водных ресурсов по Республике Башкортостан Камского бассейнового водного управления, в 2020 году из природных источников забрано 723,7 млн. м^3 воды, из них использовано 656,9 млн. м^3, в том числе:

391,54 млн. м^3 (59,6%) – на производственные нужды;

164,47 млн. м^3 (25,0%) – на хозяйственно-питьевые нужды;

4,73 млн. м^3 (0,7 %) – на сельскохозяйственное водоснабжение;

2,7 млн. м^3 (0,4%) – на орошение;

93,45 млн. м^3 (14,2%) – на другие нужды.

Использование водных ресурсов в республике по бассейнам рек показано в таблице 9 [52].

Таблица 9. Использование водных ресурсов Республики Башкортостан по бассейнам рек в 2020 г, млн.м^3

Бассейн реки	Забор воды из природных водных объектов			Водоотведение в поверхностные водные объекты	
	всего	из поверхностных	из подземных	всего	из них загрязненной
Кама (Камский бассейновый округ)	700,2	381,9	318,3	422,8	201,2
Урал (Уральский бассейновый округ)	19,2	4,0	15,2	6,1	6,1
Обь (Иртышский бассейновый округ)	4,3	0	4,3	2,5	2,5
Всего по РБ	**723,7**	**385,9**	**337,8**	**431,4**	**209,8**

О решениях о предоставлении водных объектов в пользование

На основании решений о предоставлении водных объектов в пользование право пользования поверхностными водными объектами приобретается в целях:

1) обеспечения обороны страны и безопасности государства;

2) сброса сточных вод;

3) строительства и реконструкции гидротехнических сооружений;

4) создания стационарных и плавучих (подвижных) буровых установок (платформ), морских плавучих (передвижных) платформ, морских стационарных платформ и искусственных островов;

5) строительства и реконструкции мостов, подводных переходов, трубопроводов и других линейных объектов, если такие строительство и реконструкция связаны с изменением дна и берегов поверхностных водных объектов;

6) разведки и добычи полезных ископаемых;

7) проведения дноуглубительных, взрывных, буровых и других работ, связанных с изменением дна и берегов поверхностных водных объектов,

8) подъема затонувших судов;

9) сплава древесины (лесоматериалов);

10) забора (изъятия) водных ресурсов из водных объектов для гидромелиорации земель;

11) забора (изъятия) водных ресурсов из водных объектов и сброса сточных вод для осуществления аквакультуры (рыбоводства);

12) осуществления прудовой аквакультуры (рыбоводства) в прудах, образованных водоподпорными сооружениями на водотоках и с акваторией площадью не более 200 га, а также на водных объектах, используемых в процессе функционирования мелиоративных систем.

Предоставление водного объекта, находящегося в федеральной собственности, в пользование для обеспечения обороны страны и безопасности государства осуществляется на основании решения Правительства Российской Федерации. В иных случаях предоставление водных объектов в пользование осуществляется на основании решений исполнительных органов государственной власти или органов местного самоуправления.

О договорах водопользования

По договору водопользования одна сторона - исполнительный орган государственной власти или орган местного самоуправления обязуется предоставить другой стороне - водопользователю водный объект или его часть в пользование за плату. Договор водопользования признается заключенным с момента его государственной регистрации в государственном водном реестре. На основании договоров водопользования право пользования поверхностными водными объектами приобретается в целях:

1) забора (изъятия) водных ресурсов из водных объектов (при условии возврата или без возврата воды);

2) использования акватории водных объектов;

3) производства электрической энергии.

О разрешениях на захоронение донного грунта в морях или их отдельных частях

Донный грунт - грунт дна водных объектов, извлеченный при проведении дноуглубительных, гидротехнических работ, строительстве, реконструкции, эксплуатации гидротехнических и иных сооружений, искусственных островов, установок, расположенных на водных объектах, созда-

нии и содержании внутренних водных путей Российской Федерации, предотвращении негативного воздействия вод и ликвидации его последствий.

По решению органа власти донный грунт может быть использован для обеспечения муниципальных нужд или в интересах физического лица, юридического лица, осуществляющих проведение дноуглубительных и других работ, связанных с изменением дна и берегов водных объектов, при условии, что донный грунт не содержит твердых полезных ископаемых, не относящихся к общераспространенным полезным ископаемым.

О водоохранных зонах и прибрежных защитных полосах, зонах затопления, подтопления и других зонах с особыми условиями их использования

В соответствии с Водным кодексом Российской Федерации (2006) водоохранными зонами являются территории, которые примыкают к береговой линии (границам водного объекта) морей, рек, ручьев, каналов, озер, водохранилищ и на которых устанавливается специальный режим осуществления хозяйственной и иной деятельности (рис. 12).

Рис. 12 Фрагмент водоохранной зоны (1) и прибрежной защитной полосы (2) по реке Белая в г.Уфа (по данным https://pkk.rosreestr.ru)

Водоохранные зоны устанавливаются в целях предотвращения загрязнения, засорения, заиления указанных водных объектов и истощения их вод, а также сохранения среды обитания водных биологических ресурсов и других объектов животного и растительного мира

В границах водоохранных зон устанавливаются прибрежные защитные полосы, на территориях которых вводятся дополнительные ограничения хозяйственной и иной деятельности.

Ширина водоохранной зоны рек или ручьев устанавливается от их истока для рек или ручьев протяженностью:

1) до десяти километров - в размере пятидесяти метров;

2) от десяти до пятидесяти километров - в размере ста метров;

3) от пятидесяти километров и более - в размере двухсот метров.

Ширина водоохранной зоны озера, водохранилища, за исключением озера, расположенного внутри болота, или озера, водохранилища с акваторией менее 0,5 квадратного километра, устанавливается в размере пятидесяти метров. Ширина водоохранной зоны моря составляет пятьсот метров.

Ширина прибрежной защитной полосы устанавливается в зависимости от уклона берега водного объекта и составляет тридцать метров для обратного или нулевого уклона, сорок метров для уклона до трех градусов и пятьдесят метров для уклона три и более градуса.

Для расположенных в границах болот проточных и сточных озер и соответствующих водотоков ширина прибрежной защитной полосы устанавливается в размере пятидесяти метров.

Ширина прибрежной защитной полосы реки, озера, водохранилища, являющихся средой обитания, местами воспроизводства, нереста, нагула, миграционными путями особо ценных водных биологических ресурсов или используемых для добычи, сохранения таких видов водных биологических ресурсов и среды их обитания, устанавливается в размере двухсот метров независимо от уклона берега.

Зоны затопления устанавливаются в отношении:

а) территорий, которые прилегают к незарегулированным водотокам, затапливаемых при половодьях и паводках однопроцентной обеспеченности (повторяемость один раз в 100 лет) с учетом фактически затапливаемых территорий за предыдущие 100 лет наблюдений;

б) территорий, прилегающих к устьевым участкам водотоков, затапливаемых в результате нагонных явлений расчетной обеспеченности;

в) территорий, прилегающих к естественным водоемам, затапливаемых при уровнях воды однопроцентной обеспеченности;

г) территорий, прилегающих к водохранилищам, затапливаемых при уровнях воды, соответствующих форсированному подпорному уровню воды водохранилища;

д) территорий, прилегающих к зарегулированным водотокам в нижних бьефах гидроузлов, затапливаемых при пропуске гидроузлами паводков расчетной обеспеченности.

Зоны подтопления устанавливаются в отношении территорий, прилегающих к зонам затопления, повышение уровня грунтовых вод которых обусловливается подпором грунтовых вод уровнями высоких вод водных объектов. В границах зон подтопления устанавливаются:

а) территории сильного подтопления - при глубине залегания грунтовых вод менее 0,3 метра;

б) территории умеренного подтопления - при глубине залегания грунтовых вод от 0,3-0,7 до 1,2-2 метров от поверхности;

в) территории слабого подтопления - при глубине залегания грунтовых вод от 2 до 3 метров [19].

О водохозяйственных системах и о гидротехнических сооружениях

Водохозяйственная система - комплекс водных объектов и предназначенных для обеспечения рационального использования и охраны водных ресурсов гидротехнических сооружений.

Гидротехнические сооружения – вид инженерных сооружений, предназначенных для обеспечения разных видов водопользования или для борьбы с вредными воздействиями вод посредством воздействия на режим и свойства природных водных объектов и содержащейся в них воды.

В оперативном управлении Государственного казенного учреждения Республики Башкортостан "Управление по эксплуатации гидротехнических сооружений" находится 27 гидротехнических сооружений на территории 17 муниципальных районов республики, в том числе: I класса (чрезвычайно высокой опасности) – 1 ГТС Юмагузинского водохранилища на реке Белая в Кугарчинском районе (рис. 13), III класса (средней опасности) – 24 ГТС, IV класса (низкой опасности) – 2 ГТС.

Рис. 13 Гидротехническое сооружение на Юмагузинском водохранилище

Контрольные вопросы

1. Охарактеризуйте водные ресурсы по критериям исчерпаемости, возобновимости и заменимости.
2. Перечислите поверхностные и подземные водные объекты.
3. Для каких целей ведется государственный водный реестр?
4. Назовите нормативно-правовую базу ведения государственного водного реестра.
5. Перечислите состав сведений государственного водного реестра.
6. Перечислите бассейновые округа в границах Республики Башкортостан.
7. Какие речные бассейны в границах Республики Башкортостан относятся к Камскому бассейновому округу?
8. Охарактеризуйте водные ресурсы Республики Башкортостан.
9. Что такое водохозяйственные участки. Для чего они выделяются?
10. Охарактеризуйте водохозяйственные участки реки Белой.
11. Как устанавливается ширина водоохранных зон и прибрежных защитных полос?

6. ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КАДАСТР ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Общие сведения

Особо охраняемые природные территории (ООПТ) – это участки земли, водной поверхности и воздушного пространства над ними, где располагаются природные комплексы и объекты, которые имеют особое природоохранное, научное, культурное, эстетическое, рекреационное и оздоровительное значение, которые изъяты решениями органов государственной власти полностью или частично из хозяйственного использования и для которых установлен режим особой охраны. Особо охраняемые природные территории относятся к объектам общенационального достояния.

Государственный кадастр особо охраняемых природных территорий включает в себя сведения о статусе этих территорий, об их географическом положении и границах, режиме особой охраны этих территорий, природопользователях, эколого-просветительской, научной, экономической, исторической и культурной ценности. Ведется в целях оценки состояния природно-заповедного фонда, определения перспектив развития сети данных территорий, повышения эффективности государственного контроля (надзора) в области охраны и использования особо охраняемых природных территорий, а также учета данных территорий при планировании социально-экономического развития регионов [4].

Государственный кадастр ООПТ является систематизированным сводом документированной информации об особо охраняемых природных территориях и состоит из:

а) государственного кадастра особо охраняемых природных территорий федерального значения, ведение которого осуществляется Министерством природных ресурсов и экологии Российской Федерации;

б) государственных кадастров особо охраняемых природных территорий регионального и местного значения, ведение которых осуществляется уполномоченными органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации.

Согласно утвержденного порядка ведения государственного кадастра особо охраняемых природных территорий сведения об ООПТ должны содержать следующие позиции:

1) название ООПТ;
2) категория ООПТ;
3) значение ООПТ (федеральное, региональное, местное);
4) порядковый номер кадастрового дела;
5) профиль ООПТ;
6) статус ООПТ (действующий, реорганизованный);
7) дата создания, реорганизации;

8) цели создания ООПТ и ее ценность (основные цели и задачи ООПТ, ее значимость для сохранения биологического и ландшафтного разнообразия, характеристика эколого-просветительской, научной, экономической, исторической и культурной ценности территории);

9) нормативная основа ООПТ (перечень всех правовых актов, содержащих сведения об организации, режиме, границах, статусе и других особенностях ООПТ: правоустанавливающие документы (правовой акт об образовании или реорганизации ООПТ); правоудостоверяющие документы (документы на право пользования земельным участком, на право собственности Российской Федерации, субъекта Российской Федерации, муниципального образования на земельный участок); индивидуальное положение об ООПТ, паспорт ООПТ, охранное обязательство, другие документы по организации и функционированию ООПТ.

10) ведомственная подчиненность (название федерального органа исполнительной власти, органа государственной власти субъекта Российской Федерации, органа местного самоуправления, в ведении которого находится ООПТ);

11) международный статус ООПТ (при наличии);

12) категория ООПТ согласно классификации Международного союза охраны природы (МСОП);

13) число отдельно расположенных участков территории/акватории;

14) месторасположение (наименование субъекта Российской Федерации, наименование административно-территориального образования субъекта Российской Федерации (муниципального района, городского округа, внутригородской территории городов федерального значения), в границах которого расположена ООПТ;

15) географическое положение ООПТ (расположение ООПТ в пределах физико-географической страны, на низменности, равнине, возвышенности, в предгорьях, горах и т.п., в пределах природной зоны и подзоны, высотного пояса, ландшафта; кроме того, дается характеристика расположения ООПТ по расстоянию и направлению относительно ближайших населенных пунктов, автомобильных и железных дорог, рек, озер и т.п.);

16) общая площадь ООПТ (общая площадь (га), в том числе площадь морской акватории, входящей в состав ООПТ и площадь земельных участков, включенных в границы ООПТ без изъятия из хозяйственного использования, если имеются).

17) площадь охранной зоны ООПТ (га);

18) границы ООПТ (описание утвержденных границ ООПТ, с указанием реквизитов документа об утверждении границ, а также указываются географические координаты поворотных точек границ земельного участка в соответствии с основными географическими азимутами в градусах, минутах и секундах);

19) наличие в границах иных ООПТ (если в границах ООПТ находятся другие ООПТ, указывается их название, категория, уровень значимости, текущий статус, профиль и площадь);

20) природные особенности ООПТ (нарушенность территории, краткая характеристика рельефа, климата, почвенного покрова, гидрологической сети, флоры и растительности, краткие сведения о лесном фонде, о животном мире, о редких и находящихся под угрозой исчезновения объектах животного и растительного мира, суммарные сведения о биологическом разнообразии, краткая характеристика основных экосистем ООПТ, особо ценных природных объектов, краткая характеристика природных лечебных и рекреационных ресурсов, наиболее значимых историко-культурных объектов, находящихся в границах ООПТ, оценка современного состояния и вклада ООПТ в поддержание экологического баланса окружающих территорий.

21) экспликация земель ООПТ (по составу земель - по основным категориям земель, а также по следующим позициям: тундры, леса, луга, кустарники, степи, полупустыни и пустыни, пески, скалы и горные склоны, каменистые россыпи, водотоки, водоемы, природные выходы подземных вод, болота, морская акватория, ледники, снежники, дороги, просеки, противопожарные разрывы, земли, занятые зданиями, строениями, сооружениями, линейные сооружения, прочие земли; экспликация земель лесного фонда - лесные земли (в т.ч. покрытые лесной растительностью, не покрытые лесной растительностью, включая несомкнувшиеся лесные культуры, лесные питомники и плантации, естественные редины, гари, погибшие лесные насаждения, вырубки, прогалины, пустыри), нелесные земли).

22) негативное воздействие на ООПТ (факторы и угрозы негативного воздействия);

23) юридические лица, ответственные за обеспечение охраны и функционирование ООПТ;

24) сведения об иных лицах, на которые возложены обязательства по охране ООПТ;

25) общий режим охраны и использования ООПТ (реквизиты документа, которым установлен действующий общий режим особой охраны и использования ООПТ и сам текст документа);

26) зонирование территории ООПТ (реквизиты правового акта, которым определено зонирование ООПТ и установлен режим особой охраны и использования выделенных в пределах ООПТ функциональных зон и участков, округов санитарной и горно-санитарной охраны, биосферных полигонов, зон традиционного природопользования, административно-хозяйственных центров, зон ограниченной хозяйственной деятельности, участков сторонних пользователей, функционирование которых не связано с целями и задачами ООПТ и т.п.; для каждой выделенной функциональной зоны перечисляются запрещенные и разрешенные виды деятельности и природопользования);

27) режим охранной зоны ООПТ (реквизиты правового акта, которым создана охранная зона; размеры охранной зоны - минимальная и максимальная ширина; описание границ охранной зоны; реквизиты документа, устанавливающего режим охраны и использования этой территории; основные ограничения и разрешенные виды природопользования, хозяйственной и иной деятельности, допустимые объемы природопользования);

28) собственники, землепользователи, землевладельцы, арендаторы земельных участков, находящихся в границах ООПТ;

29) просветительские и рекреационные объекты на ООПТ (музеи природы, информационные и визит-центры, экологические экскурсионные и/или туристические маршруты, экологические тропы, гостиничные и/или туристические комплексы и сооружения, лечебно-оздоровительные учреждения, пансионаты, дома отдыха [24].

Категории и значение особо охраняемых природных территорий

С учетом особенностей режима особо охраняемых природных территорий различаются следующие категории ООПТ:

а) государственные природные заповедники, в том числе биосферные заповедники;

б) национальные парки;

в) природные парки;

г) государственные природные заказники;

д) памятники природы;

е) дендрологические парки и ботанические сады.

Законами субъектов Российской Федерации могут устанавливаться и иные категории ООПТ регионального и местного значения.

Государственные природные заповедники и национальные парки относятся к ООПТ федерального значения. Государственные природные заказники, памятники природы, дендрологические парки и ботанические сады могут быть отнесены к ООПТ федерального значения или регионального значения. Природные парки относятся к ООПТ регионального значения.

Государственные природные заповедники относятся к ООПТ федерального значения. В их границах природная среда сохраняется в естественном состоянии и полностью запрещается экономическая и иная деятельность.

На государственные природные заповедники возлагаются следующие задачи:

а) осуществление охраны природных территорий в целях сохранения биологического разнообразия и поддержания в естественном состоянии охраняемых природных комплексов и объектов;

б) организация и проведение научных исследований;

в) осуществление государственного экологического мониторинга

г) экологическое просвещение и развитие познавательного туризма;

е) содействие в подготовке научных кадров и специалистов в области охраны окружающей среды.

Статус государственных природных биосферных заповедников имеют государственные природные заповедники, которые входят в международную сеть биосферных резерватов.

Национальные парки – это особо охраняемые природные территории федерального значения, в границах которых выделяются зоны, где запрещается антропогенная деятельность в целях сохранения природной среды в естественном состоянии, а также зоны, в которых ограничивается экономическая и иная деятельность в целях сохранения объектов природного и культурного наследия и их использования в рекреационных целях.

На национальные парки возлагаются следующие основные задачи:

а) сохранение природных комплексов, уникальных и эталонных природных участков и объектов;

б) сохранение историко-культурных объектов;

в) экологическое просвещение населения;

г) создание условий для регулируемого туризма и отдыха;

д) осуществление научной (научно-исследовательской) деятельности в области охраны окружающей среды в целях разработки мероприятий по сохранению и развитию природного потенциала и рекреационного потенциала Российской Федерации;

е) осуществление государственного экологического мониторинга;

ж) восстановление нарушенных природных и историко-культурных комплексов и объектов.

Природные парки являются особо охраняемыми природными территориями регионального значения, в границах которых выделяются зоны, имеющие экологическое, культурное или рекреационное назначение, и соответственно этому устанавливаются запреты и ограничения экономической и иной деятельности. На территориях природных парков запрещается деятельность, влекущая за собой изменение исторически сложившегося природного ландшафта, снижение или уничтожение экологических, эстетических и рекреационных качеств природных парков, нарушение режима содержания памятников истории и культуры.

Государственные природные заказники – это территории (акватории), имеющие особое значение для сохранения или восстановления природных комплексов или их компонентов и поддержания экологического баланса. Они могут быть федерального или регионального значения.

На территориях государственных природных заказников постоянно или временно запрещается или ограничивается любая деятельность, если она противоречит целям создания государственных природных заказников или причиняет вред природным комплексам и их компонентам. На территориях заказников, где проживают малочисленные этнические общности, допускается использование природных ресурсов в формах, обеспечиваю-

щих защиту исконной среды обитания указанных этнических общностей и сохранение традиционного образа их жизни.

Памятники природы представляют собой уникальные, невосполнимые, ценные в экологическом, научном, культурном и эстетическом отношениях природные комплексы, а также объекты естественного и искусственного происхождения. Они могут быть федерального или регионального значения.

На территориях, на которых находятся памятники природы, и в границах их охранных зон запрещается всякая деятельность, влекущая за собой нарушение сохранности памятников природы.

Дендрологические парки и ботанические сады – особо охраняемые природные территории, созданные для формирования специальных коллекций растений в целях сохранения растительного мира и его разнообразия. Они могут быть федерального или регионального значения [4].

На территориях дендрологических парков и ботанических садов запрещается всякая деятельность, не связанная с выполнением их задач и влекущая за собой нарушение сохранности флористических объектов.

Профиль ООПТ

Особо охраняемые природные территории могут иметь различный профиль. Так, государственные природные заказники могут быть:

а) комплексными (ландшафтными), предназначенными для сохранения и восстановления природных комплексов (природных ландшафтов);

б) биологическими (ботаническими и зоологическими), предназначенными для сохранения и восстановления редких и исчезающих видов растений и животных, в том числе ценных видов в хозяйственном, научном и культурном отношениях;

в) палеонтологическими, предназначенными для сохранения ископаемых объектов;

г) гидрологическими (болотными, озерными, речными, морскими), предназначенными для сохранения и восстановления ценных водных объектов и экологических систем;

д) геологическими, предназначенными для сохранения ценных объектов и комплексов неживой природы.

Международный статус ООПТ

Российская Федерация принимает участие в ряде международных договоров и программ, касающихся вопросов, связанных с особо охраняемыми природным территориями. К таким договорам и программам относятся: Конвенция об охране всемирного культурного и природного наследия 1972 года; Конвенция о водно-болотных угодьях, имеющих международное значение, главным образом в качестве местообитаний водоплавающих птиц (Рамсарская конвенция); международная программа ЮНЕСКО «Человек и биосфера» (создана в 1971 г.); межправительственные согла-

шения о создании особо охраняемых территорий на приграничных территориях и акваториях.

В соответствии с указанными международными договорами и программами ряд российских ООПТ имеет международный статус и входит в состав: объектов всемирного наследия ЮНЕСКО; водно-болотных угодий международного значения; биосферных резерватов ЮНЕСКО; международных ООПТ, созданных на приграничных территориях и акваториях.

1) ООПТ, входящие в Список всемирного культурного и природного наследия ЮНЕСКО. Статус объекта всемирного наследия имеют 11 природных объектов Российской Федерации, в числе которых 13 государственных природных заповедников, 7 национальных парков, 4 заказника федерального значения, 8 природных парков, 6 заказников регионального значения и 3 памятника природы регионального значения. В настоящее время статус объекта всемирного природного наследия в России имеют: "Девственные леса Коми", "озеро Байкал", "вулканы Камчатки", "Золотые горы Алтая", "Западный Кавказ", "Центральный Сихотэ-Алинь", "Убсунурская котловина", "остров Врангеля", "плато Путорана", "Ленские столбы", "ландшафты Даурии". Национальный парк "Куршская коса" включен в Список в составе российско-литовского объекта.

2) ООПТ, входящие в список водно-болотных угодий международного значения (Рамсарские угодья). Основным механизмом охраны водно-болотных угодий на международном уровне является конвенция о водно-болотных угодьях, имеющих международное значение, главным образом в качестве местообитания водоплавающих птиц. В списке Рамсарских угодий, находящихся на территории Российской Федерации числится 41 объект общей площадью 10,7 млн га. Около 60% площади Рамсарских угодий включают ООПТ разных категорий и значения: 16 государственных природных заповедников, 2 национальных парка, 11 государственных природных заказников федерального значения, 21 государственный природный заказник регионального значения, 24 памятника природы регионального значения.

3) Биосферные резерваты – территории, образованные в соответствии с программой ЮНЕСКО «Человек и биосфера», сочетающие функции охраны природных комплексов, мониторинга и устойчивого развития. По состоянию на 2020 г. во всемирную сеть биосферных резерватов ЮНЕСКО входят 47 российских биосферных резерватов, в т.ч. 39 государственных природных заповедников, 9 национальных парков, 4 природных парка, 12 государственных природных заказников регионального значения и 1 памятник природы федерального значения. Помимо функций, выполняемых ООПТ в составе биосферных резерватов (сохранение биологического и ландшафтного разнообразия и ведение экологического мониторинга), биосферные резерваты являются модельными территориями по разработке подходов для достижения целей устойчивого развития, а также пло-

щадками для проведения эколого-просветительской деятельности и познавательного туризма [50].

4) Ключевые орнитологические территории - местности, признанные важными для сохранения популяции птиц в рамках международной программы, созданной всемирной ассоциации по охране птиц (Birdlife international).

Категория ООПТ согласно классификации международного союза охраны природы (МСОП)

Согласно классификации международного союза охраны природы природоохранные территории могут быть отнесены к следующим категориям:

I – строгой охраны,

в т.ч. Ia – строгий природный резерват,

Iб – участок дикой природы;

II – сохранения экосистем (национальный парк);

III – сохранения уникальных природных объектов (памятник природы);

IV – сохранения через управление (территория сохранения отдельных видов);

V – сохранения ландшафтов / морских акваторий и рекреации (охраняемый ландшафт/акватория);

VI – устойчивого использования природных ресурсов (участок устойчивого природопользования).

Задачи охраняемых территорий в зависимости от категории МСОП приведены в таблице 10.

Таблица 10. Задачи охраняемых территорий и категорий МСОП

Задачи	Ia	Ib	II	III	IV	V	VI
Научные исследования	1	3	2	2	2	2	3
Охрана дикой природы	2	1	2	3	3	-	2
Сохранение биоразнообразия	1	2	1	1	1	2	1
Предоставление экосистемных услуг	2	1	1	-	1	2	1
Сохранение природных и культурных ценностей	-	-	2	1	3	1	3
Туризм и рекреация	-	2	1	1	3	1	3
Образование и просвещение	-	-	2	2	2	2	3
Устойчивое природопользование	-	3	3	-	2	2	1
Сохранение элементов традиционной культуры	-	-	-	-	-	1	2

Условные обозначения: 1 – главная задача, 2 – второстепенная задача, 3 – одна из возможных задач; - задача, не применимая к данной категории [61].

Зонирование территории ООПТ

На особо охраняемых природных территориях могут выделяться функциональные зоны - участки в границах ООПТ, выделяемые для уста-

новления дифференцированного режима хозяйственной и иной деятельности, не противоречащей целям создания и функционирования ООПТ. Федеральным законодательством устанавливаются функциональные зоны для национальных парков, природных парков, дендрологических парков и ботанических садов.

В национальном парке выделяются:

а) заповедные зоны, предназначенные для сохранения природной среды в естественном состоянии и в границах которых запрещается осуществление любой экономической деятельности;

б) особо охраняемые зоны -для сохранения природной среды в естественном состоянии и в границах которых допускаются проведение экскурсий, посещение такой зоны в целях познавательного туризма;

в) рекреационные зоны - для обеспечения и осуществления рекреационной деятельности, развития физической культуры и спорта, а также размещения объектов туристской индустрии, музеев и информационных центров;

г) зоны охраны объектов культурного наследия - для сохранения указанных объектов и в границах которой допускается осуществление необходимой для их сохранения деятельности, а также рекреационной деятельности;

д) зоны хозяйственного назначения, в границах которой допускается осуществление деятельности, направленной на обеспечение функционирования федерального государственного бюджетного учреждения, осуществляющего управление национальным парком, и жизнедеятельности граждан, проживающих на территории национального парка;

е) зоны традиционного экстенсивного природопользования -для обеспечения жизнедеятельности коренных малочисленных народов Российской Федерации и в границах которых допускается осуществление традиционной хозяйственной деятельности и связанных с ней видов неистощительного природопользования.

На территории природных парков могут быть выделены природоохранные, рекреационные, агрохозяйственные и иные функциональные зоны, включая зоны охраны историко-культурных комплексов и объектов.

Территории дендрологических парков и ботанических садов могут быть разделены на следующие зоны:

а) экспозиционные, посещение которых разрешается;

б) научно-экспериментальные, доступ в которые имеют только научные сотрудники дендрологических парков или ботанических садов, а также специалисты других научно-исследовательских учреждений;

в) административные;

г) иные функциональные зоны [4].

Особо охраняемые природные территории Республики Башкортостан

В Республике Башкортостан на 01.01.2021 года общая площадь особо охраняемых природных территорий составила 985,0 тыс.га – 6,89 % от всей территории республики.

На территории республики расположены 215 объектов ООПТ: 3 государственных природных заповедника («Башкирский», «Шульган-Таш», «Южно-Уральский»), национальный парк «Башкирия», Южно-Уральский ботанический сад-институт Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук, 5 природных парков («Аслы-куль», «Кандры-куль», «Мурадымовское ущелье», «Иремель», «Зилим»), 27 государственных природных заказников (зоологических – 17, ботанических – 7, ландшафтных – 3), 178 памятников природы (5 являются зоологическими, 49 – ботаническими, 32 – дендрологическими, 17 – гидрологическими, 20 – геологическими, 55 – комплексными).

Башкирский государственный природный заповедник, имеющий федеральный статус, является старейшим в республике. Утвержден и зарегистрирован как учреждение 11 июня 1930 года с площадью 49609 га., с целью сохранения и изучения естественного хода природных процессов, явлений в типичных и уникальных, сложившихся миллионами лет горных экологических системах Южного Урала, включающих в себя представителей европейской и азиатской флоры и фауны.

Заповедник находится в северо-восточной части Бурзянского района Республики Башкортостан. Территория заповедника по характеру рельефа делится на две резко различающиеся части: западную, охватывающую значительную площадь горного массива Южный Крака, и восточную, расположенную в пределах хребта Уралтау. Между ними лежит переходная область – долина реки Южный Узян [51].

На территории ООПТ произрастают 113 видов сосудистых растений, подвергающихся опасности исчезновения в государственном или региональном масштабе: 11 видов включены в Красную книгу Российской Федерации, 28 – в Красную книгу Республики Башкортостан, 8 видов нуждающихся в республике в особом внимании, 78 видов признанные редкими для Урала и Приуралья и 92 видов рекомендованные к охране на Южном Урале.

Разнообразие рельефа и климатические условия позволяют обитать на территории заповедника большому числу животных. На территории обитает 259 видов позвоночных животных. Территория заповедника является рефугиумом (убежищем) для зимней миграции популяции лосей. Крупные, охотничье-промысловые животные, которые находят себе убежище в Башкирском заповеднике, являются первоочередными объектами охраны. Наличие горных степей обусловило успешный опыт реакклиматизации популяции алтайского подвида благородного оленя (марала), который считается фоновым видом для заповедника. В заповеднике охраняются 25 видов птиц, редких для Республики Башкортостан и России, а также

включенные в список МСОП – большой подорлик, орел-могильник, орлан-белохвост и коростель. В реках заповедника обычным являются виды рыб, включенные в Красные книги России и Республики Башкортостан: подкаменщик обыкновенный, ручьевая форель, хариус обыкновенный. В водотоки заповедника заходит также редчайший, в настоящее время, таймень обыкновенный (красуля) [48].

Государственный природный биосферный заповедник «Шульган-Таш» расположен в западных предгорьях Южного Урала, в Бурзянском муниципальном районе Республики Башкортостан, в широтной излучине реки Белой. Особо охраняемая природная территория образована в 1958 году как Прибельский филиал Башкирского государственного заповедника. Поводом для создания заповедника было выявленное обитание ценной бурзянской популяции темных лесных (среднерусских) медоносных пчёл в условиях древнего народного промысла - бортничества. Широкую известность Прибельскому филиалу принесло открытие его сотрудником А.В. Рюминым в 1959 году уникальной наскальной палеолитической живописи в Каповой пещере, аналогов которой в Восточной Европе и России до настоящего времени не обнаружено.

ФГБУ «Государственный заповедник «Шульган-Таш» является природоохранным, научно-исследовательским и эколого–просветительским учреждением, имеющим целью сохранение и изучение естественного хода природных процессов и явлений, генетического фонда растительного и животного мира, отдельных видов и сообществ растений и животных, типичных и уникальных экологических систем горных лесов Южного Урала, а также уникального природного и культурного памятника - Каповой пещеры (Шульган-Таш) с наскальными рисунками и культурным слоем эпохи палеолита. Представлен одним участком площадью 22531 га в составе Бурзянского административного района, из них лесом заняты 21101 га, травяными экосистемами – 414 га, водами – 50 га.

В заповеднике запрещена хозяйственная деятельность, кроме мероприятий, направленных на сохранение местной формы медоносной пчелы, сложившегося биоразнообразия лугов, охрану и изучение палеолитической живописи Каповой пещеры (Шульган-Таш) и экологическое просвещение. Бортевое пчеловодство, как щадящий традиционный народный промысел, практикуется на всей территории. Для экскурсионной деятельности используются 0,2 % территории, для сенокошения – 1,8 %.

Ландшафты заповедника относятся к низкокогорному песчаниково-известняковому со светлохвойно-широколиственными лесами ландшафтному району. Грядово-хребтово-увалистый рельеф расчленен речными долинами рек Белой, Кужи и Нугуша. Территория выделяется повышенной плотностью водотоков. Развитие карста в палеогеновых породах определяет своеобразие рельефа. К карстовым образованиям относится и пещера Шульган-Таш (Капова), разведанная длина залов которой составляет около 3,4 км. Почвенно-растительный покров определяется рельефом

и составом горных пород; преобладают серые лесные почвы и смешанные широколиственные леса. На реках Нугуш и Кужа встречаются островные реликтовые ельники. Флора: выявлено 822 вида сосудистых растений, из которых 118 редких, исчезающих, реликтовых и эндемичных, 233 вида мохообразных, 206 таксонов водорослей, 265 видов лишайников и 404 таксонов грибов. Среди растений всех групп в заповеднике 18 видов, занесенных в Красную книгу России, и 59 краснокнижников Башкортостана. Фауна: отмечен 61 вид млекопитающих, 209 – птиц, 5 – амфибий, 6 – пресмыкающихся, 29 – рыб, 1891 – беспозвоночных. В Красную книгу России занесено 28 видов животных, в Красную книгу Башкортостана – 56 видов.

В 2012 году государственный заповедник «Шульган-Таш» вошёл в состав вновь образованного комплексного биосферного резервата «Башкирский Урал», нацеленного на работу по международной программе «Человек и биосфера» ЮНЕСКО [51, 56].

Южно-Уральский государственный природный заповедник образован в 1978 году с целью сохранения уникальных природных комплексов Южного Урала – горно-таежных елово-пихтовых лесов, высокогорных растительных сообществ и болот. Заповедник расположен на территории двух субъектов Российской Федерации – Республики Башкортостан (Белорецкий район, 228,4 тыс. га) и Челябинской области (Катав – Ивановский район, 24,4 тыс. га). Общая площадь заповедника составляет (252,8 тыс. га). Это самый большой заповедник Башкортостана и всего Южного и Среднего Урала.

Заповедник расположен в центральной, наиболее высокой и орографически сложной части Южного Урала. Несколько хребтов – Машак, Зигальга, Нары, Кумардак и горный массив Ямантау образуют здесь самый высокий горный узел Южного Урала с наивысшей отметкой 1640 м. На территории заповедника распространены отложения всех трех стратиграфических подразделений рифея – нижнего, среднего и верхнего. В системе физико-географического районирования заповедник находится в Уфимско-Бельской подпровинции Уральской провинции. Она охватывает центральное среднегорья Южного Урала, протягиваясь от истоков р.Уфы до широтного отрезка р.Белой. В ботанико-географическом отношении заповедник занимает центральную часть района темно-хвойных таежных лесов с гольцами среднегорного Южного Урала.

В заповеднике установлено обитание 274 видов позвоночных животных, в том числе 50 видов млекопитающих. Из них по материалам учета в заповеднике насчитывается около 120 особей бурого медведя. Волки встречаются по всей территории заповедника, в зимний период они образуют несколько крупных стай. Основным объектом их охоты являются лоси, косули и кабаны. Численность лосей колеблется от 300 до 400 особей. В зимний период, когда образуется глубокий снежный покров, часть лосей мигрирует за пределы заповедника. Обитает в заповеднике представитель

семейства кошачьих – рысь. Из млекопитающих в заповеднике также постоянно обитают: заяц-беляк, лиса, лесная куница, американская норка, ласка, горностай, колонок, речная выдра, барсук и лесной хорь, бобры.

На территории заповедника отмечено обитание 191 вида птиц, из них 141 вид гнездится, 31 – перелетные, 12 – залетные. Из них 11 видов занесены Красную книгу Российской Федерации – черный аист, краснозобая казарка, змееяд, беркут, большой подорлик, орлан-белохвост, сапсан, кречет, кулик-сорока, филин, серый сорокопут. В Красную книгу Республики Башкортостан занесены еще 5 видов: выпь, лебедь-кликун, осоед, белая куропатки, удод.

Фауна беспозвоночных заповедника изучена лишь частично. Всего выявлено 835 видов насекомых из 12 отрядов, 5 видов насекомых занесены в Красную книгу РФ: обыкновенный аполлон, черный аполлон (мнемозина), голубянка римн, пчела-плотник, обыкновенный отшельник, башкирская бортевая пчела.

В заповеднике зарегистрировано около 790 видов высших растений, среди которых множество редких реликтовых, эндемичных и ценных видов. Из видов сосудистых растений, выявленных на территории заповедника, 8 занесены в Красную книгу РФ, 43 – в республиканскую Красную книгу [58].

Национальный парк «Башкирия» организован 11 сентября 1986 года и расположен в юго-восточной части Республики Башкортостан на территориях трех муниципальных районов (Мелеузовский, Бурзянский, Кугарчинский), на западных отрогах Южного Урала в междуречье рек Нугуш и Белая, на хребтах Ямантау, Кибиз, Утямыш, Баш-Алатау (средняя высота гор – 500-700 м), а также прилегающих к нему с юга территориях восточного отрога Общего сырта и северной части Зилаирского плато.

ФГУ «Национальный парк «Башкирия» является природоохранным, эколого-просветительским и научно-исследовательским учреждением, территория которого включает природные комплексы и объекты горных лесов Южного Урала, имеющие особую экологическую, историческую и эстетическую ценность и которые предназначены для использования в природоохранных, просветительских, научных и культурных целях и для регулируемого туризма.

На национальный парк возлагаются следующие основные задачи:

а) сохранение природных комплексов, уникальных и эталонных природных участков, историко-культурных объектов, имеющих экологическое, историческое и рекреационное значение;

б) сохранение Кутук-Сумганского урочища как природного геологического комплекса с уникальными пещерами и карстовыми воронками и провалами;

в) создание условий для регулируемого туризма и отдыха в природных условиях, его непосредственная организация;

г) разработка и внедрение научных методов охраны природы, в том числе в условиях рекреационного использования, и экологического просвещения;

д) осуществление экологического мониторинга;

е) охрана, защита лесного фонда и воспроизводство лесов, проведение необходимых для реализации задач, стоящих перед национальным парком, лесохозяйственных работ в соответствии с утвержденными документами по организации лесного хозяйства; охрана объектов растительного и животного мира;

ж) экологическое просвещение населения;

з) изучение и применение зарубежного опыта в области сохранения природных ресурсов через систему охраняемых территорий; развитие научно-технического, информационного и культурного сотрудничества с особо охраняемыми природными территориями Российской Федерации и зарубежных стран, иными организациями и учреждениями в соответствии с целями и задачами национального парка;

и) осуществление контроля за соблюдением установленного режима особой охраны территории национального парка.

Площадь национального парка составляет 82300 га. Из них на территориях Мелеузовского района – 54269,0 га, Бурзянского района –16285,0 га, Кугарчинского района – 9246,0 га. В том числе 79800 га предоставлены в пользование национальному парку и 2500 га акватории Нугушского водохранилища, построенного задолго до образования национального парка, включены в состав парка без изъятия из хозяйственной эксплуатации.

Территория национального парка на 92,8% покрыта лесами. Разнообразие природно-ландшафтных комплексов национального парка обусловлено меридиальным расположением хребта Урал-тау на платообразном возвышении, обуславливающим элементы вертикальной зональности, сопровождающиеся глубокоизрезанными склонами, оврагами, отвесными скалами по долинам рек и ручьев. Сглаженные длительным выветриванием и вымыванием вершины хребтов и склоны гор, долины рек и многочисленных ручьев заняты своеобразной мозаикой участков широколиственных и мелколиственных лесов, суходольных и пойменных лугов, растительных сообществ известняковых и сланцевых скал, участков реликтовых горных степей, островных изолированных ельников. В границах территории, включенной в состав национального парка, можно выделить следующие природно-ландшафтные комплексы: лесные массивы – липово-кленово-снытевые, пойменные черемуховые и сероольховые леса, дубняки вейниково-коротконожковые остепненные, сосняки неморальные, сосняки травяные вейниково-коротконожковые, сосняки остепненные; степи – овсецово-ковыльные, кустарниковые; луга – горцево-овсянницевые, влажные. Особое место занимают карстовые явления [51, 57].

Природный парк «Аслы-Куль» образован 19 января 1993 года. Общая площадь земель в границах Природного парка составляет 47500 га, в том

числе в Давлекановском районе – 29300,0 га, в Альшеевском – 4600,0 га, в Белебеевском –1900,0 га, в Буздякском – 11700,0 га. Парк расположен на территории двух ландшафтных районов Башкирского Приуралья: Белебеевской возвышенности и Прибельской равнины. Включает в себя самое большое в республике (23,5 км^2) озеро Асли-Куль тектонического и карстово-эффузионного происхождения.

Озеро является местом гнездования многочисленных видов околоводных и водных птиц и транзитным для пролета значительной части водоплавающих птиц Печорского бассейна. Здесь мигрируют десятки миллионов особей водоплавающих. Большую часть территории парка занимают степи: луговые, настоящие и кустарниковые. Наиболее сохранившиеся степные участки находятся на южном и северном берегах озера Асли-Куль. Луговые степи распространены по северным участкам склонов и понижениям. Встречаются участки ранее широко распространенных здесь степей с ковылем красивейшим. На щебнистых субстратах –степи с ковылем сарептским, а на каменистых – с овсецом пустынным и типичным степным разнотравьем. Кустарниковые степи занимают различные участки склонов (преимущественно северной и западной экспозиций), понижения в рельефе.

Леса парка представлены низкорослыми богатыми ксеромезофильными дубовыми лесами, липняками. По склонам рек Усень и Илень сохранились реликтовые в разной степени остепненные сосняки с березой и осиной. На западном берегу озера Асли-Куль между д. Бурангулово и д. Игенчеляр сохранились комплекс заболоченных лесов из березы пушистой и разных видов ив, а также болота, влажные солонцеватые луга. Особое место в ландшафтах парка занимает болото Берказан-Камыш, включающее в себя солончаковые луга. Болото Берказан-Камыш еще в недавнем прошлом являлось самым северным местом гнездования пеликанов в Европе. Окрестности озера обладают богатым животным и растительным миром со значительным количеством редких видов

Природный парк «Кандры-Куль» образован 18 января 1995 года на базе акватории одноименного озера и прилегающей к нему водосборной площади, включая сельскохозяйственные земли и земли лесного фонда. Располагается на землях Туймазинского района Республики Башкортостан. Общая площадь земель составляет 5174,6 га.

Природный парк находится в пределах Бугульминско-Белебеевской возвышенности, представлен увалистыми водоразделами сыртового характера, сильно расчлененными овражно–балочной сетью с крутыми и короткими инсолирующими склонами и более растянутыми склонами северных экспозиций, нередко осложненными ступенчатыми и террасовидными уступами. Центральным объектом парка является озеро Кандрыкуль – второе по величине в республике после озера Асли-Куль. Как и озеро Асли-Куль, Кандрыкуль является местом гнездования многих видов водоплавающих и околоводных птиц и сезонных скоплений птиц на трансконтинен-

тальных миграционных путях. В этом отношении оно имеет экологическую значимость далеко за пределами республики.

Озеро с трех сторон ограничено горами: на севере – Кынар-Казган, на северо–западе – Тунейман, а на юге – Кызылтау и Гульбика. В северо-западной части озера на расстоянии около 1 км находится остров Утрау (4,5 га), покрытый лесами и богатыми заливными лугами. В районе парка соединяются широколиственно–лесная и степная зоны. В процессе сельскохозяйственного освоения на значительной площади были уничтожены красивейшие ковыльные луговые степи и широколиственные леса.

Природный парк «Мурадымовское ущелье» образован 23 января 1998 года. Общая площадь природного парка составляет 23117,9 га. Около 60 % территории находится в восточной части Кугарчинского района Республики Башкортостан, в 18 км юго-восточнее с. Мраково –административного центра района. Остальная часть парка (его юго–восточный сегмент) расположена в Зилаирском районе.

Природный парк «Мурадымовское ущелье» располагается на западных отрогах Южного Урала. Удачное расположение на границе природных зон (лесной и степной), а также на границе биогеографических областей (европейской и сибирской) определяет повышенное биологическое разнообразие его экосистем. На территории парка «Мурадымовское ущелье» расположены объекты, имеющие высокую научную, культурно-историческую и эстетическую ценность. Это – пещеры с настенными рисунками первобытных людей, кальцитовые натеки, местообитания редких и нуждающихся в охране растений и животных, редкие типы растительных сообществ.

На территории природного парка имеется 36 пещер. Это самая высокая концентрация пещер на Урале. Среди пещер Мурадымовского природного комплекса особую известность приобрела пещера Старомурадымовская. На ее стенах первобытными людьми красной охряной краской нанесены рисунки. В пещере «Грот Голубиный» обнаружена стоянка древнего человека эпохи палеолита. Пещера Новомурадымовская, длина ходов которой составляет 1850 метров, является одной из крупнейших и красивейших пещер Южного Урала. Особую известность получили кальцитовые натеки этой пещеры.

В природном парке имеются сохранившиеся фрагменты старовозрастных лесов. Они имеют большое значение для сохранения биологического разнообразия не только Республики Башкортостан, но и всего Южного Урала.

Природный парк «Иремель» образован 1 февраля 2010 года и находится в северной части Белорецкого и в северо-западной части Учалинского районов Республики Башкортостан. В 2-х км на северо-восток от с. Николаевка, в 6 км на юг–юго-восток от п. Тюлюк Челябинской области, в 30 км к западу от г. Учалы и примерно в 60 км к северо-востоку от г. Белорецка.

На территории парка расположен горный массив, который включает в себя вершины Большого и Малого Иремеля, хребты Аваляк и Ягодный. Весь этот массив находится в восточной части Республики Башкортостан и включен в систему центральных наиболее возвышенных хребтов Южного Урала, лежащих западнее его осевого хребта – Уралтау.

Флора природного парка включает в себя 553 высших споровых и цветковых видов растений. Среди них по количеству значительно преобладают лесные (151) и луговые (124) виды. Высокогорья массива Иремель богаты растениями горно-тундровой зоны (48 видов). Причем 11 из них – тонконог Ледебура, ива арктическая, ива шерстистая, дриада восьмилепестная, лаготис уральский и др. – встречаются только в данном районе Республики Башкортостан. 57 видов растений, произрастающих на территории парка, включены в Красную книгу Республики Башкортостан, что составляет ¼ всех «краснокнижных» видов республики. Наиболее известное растение - родиола иремельская, обладающее лекарственными свойствами и находящееся под угрозой исчезновения из–за ее активных заготовок.

Фауна крупных млекопитающих в природном парке «Иремель» характерна для таежных территорий. Бурый медведь, рысь, лось находят в этих труднодоступных местообитаниях защитные условия. Одним из защитных участков на путях сезонных миграций южноуральских лосей является Тыгынское болото, расположенное у подножья г. Иремель. Именно здесь в летний период концентрируется одна из мигрирующих популяций лосей численностью в несколько сотен голов. На территории отмечено 275 видов позвоночных животных, в том числе млекопитающих – 49, птиц – 198. Из копытных животных самый многочисленный вид – лось. Здесь постоянно гнездятся орлы, беркут и могильник, которые занесены в международную Красную книгу.

Природный парк «Зилим» образован 15 октября 2018 года. Территория парка протяжённостью 132 км следует течению р. Зилим. Восточная граница совпадает с соответствующим фрагментом восточной границы Гафурийского района, северо-западная граница парка, обозначающая окончание его территории в пределах Гафурийского района в 28 км к северу–востоку от п. Красноусольск, проходит по восточной окраине д. Таш–Асты. Общая площадь природного парка составляет 36482 га.

Территория отличается сложным строением бассейна р. Зилим и её притоков, речные долины которых накладывают значительный отпечаток на его рельеф. Реки, в.т.ч. Зилим, стиснутые крутыми берегами, образующими живописные ущелья, имеют быстрое порожистое течение. Береговые обрывы местами сливаются в значительные массивы, как, например скальный массив «Бастион» горы Мамбет по правому берегу Зилима в 6–7 км севернее устья р. Кузганак. В пределах парка отмечено более 100 пещер, в.т.ч. одна из крупнейших на Южном Урале – пещера Киндерлинская им. 30–летия Победы (Победа), протяжённостью более 13000 м. Богатство

натечных образований, красота и величественность залов делают её одной из самых впечатляющих пещер Башкортостана и Урала.

Здесь же ниже по течению р. Зилим в соседнем с пещерой Киндерлинской логу находится ещё одна карстовая полость – пещера Октябрьская, одна из длиннейших (1523 м) и глубочайших (98 м) в Башкортостане объёмом 71200 м3. Киндерлинская и Октябрьская пещеры являются единой спелеосистемой.

Преобладают широколиственные и смешанные широколиственные леса с примесью темнохвойных пород. Много вырубок с вторичными мелколиственными насаждениями. Хорошо сохранилось популяции редких видов растений (тонконог жестколистный, ковыль пёристый, венерин башмачок настоящий, шиверекия подольская, лук косой, гвоздика иглолистная, астрагал Клера и др.) и животных (хариус европейский, обыкновенный подкаменщик, чёрный аист, беркут, скопа, большой подорлик, сапсан, кулик–сорока, большой кроншнеп и др.). В сёлах, которые находятся в пределах границ парка, в прежние времена широко практиковалось бортничество. Район слабо заселён и слабо освоен. Благодаря аттрактивности и богатству ландшафтов парк имеет большое природоохранное и рекреационное значение [51].

В Республике Башкортостан к особо охраняемым природным территориям международного статуса относится биосферный резерват "Башкирский Урал". Общая площадь биосферного резервата составляет 345,7 тыс.га. В его состав включены пять особо охраняемых природных территорий федерального и республиканского значения – государственный природный биосферный заповедник «Шульган-Таш», национальный парк «Башкирия», природный парк «Мурадымовское ущелье», государственные природные заказники "Алтын-солок" и "Икский".

Статус глобального геопарка ЮНЕСКО в 2020 году присвоен геопарку "Янган-Тау", который был создан в 2017 году на территории Салаватского района Республики Башкортостан. Геопарк – это территория с естественными обозначенными границами, не являющаяся особо охраняемой природной территорией. Однако ключевые геологические и иные природные и культурные объекты, являющиеся основой геопарка, подлежат строгой охране и режиму использования в рамках федерального, регионального и местного законодательства. Геопарк – это музей под открытым небом, где наглядно представлена геологическая история Земли, процессы формирования местных ландшафтов, образования пород и месторождений полезных ископаемых, технологии их разработки, останки доисторических животных. Так, на территории геопарка "Янган-Тау" имеется более 20 геологических объектов, из которых 3 (разрез Мечетлино, разрез Большая Лука, гора Янгантау) имеют международную, 10 – национальную и 21 объект – образовательную значимость.

Еще один геопарк "Торатау", созданный в 2019 году на территории Ишимбайского и Стерлитамакского районов, стал одним из 16 кандидатов на включение в Глобальную сеть геопарков ЮНЕСКО в 2021 году.

Сведения об особо охраняемых природных территориях, в том числе регионального значения – природных парках, а также заказниках, памятниках природы могут быть опубликованы в формате официального справочника, или Реестра ООПТ.

Контрольные вопросы

1. Какие сведения включаются в государственный кадастр особо охраняемых природных территорий?
2. Назовите нормативно-правовую базу ведения государственного кадастра особо охраняемых природных территорий.
3. Перечислите категории ООПТ. Какие из них могут быть федерального значения, а какие – регионального?
4. Чем отличается правовой режим заповедников и национальных парков?
5. Перечислите особо охраняемые природные территории Республики Башкортостан федерального значения.
6. Охарактеризуйте природные парки Республики Башкортостан.
7. Какого профиля могут быть государственные природные заказники? Поясните на примере заказников Республики Башкортостан.
8. Какие функциональные зоны могут выделять в национальных парках?
9. Охарактеризуете классификацию охраняемых природных территорий Международного союза охраны природы? Как она соотносится с категориями ООПТ в Российской Федерации?
10. Какие особо охраняемые природные территории в Российской Федерации включены в Список всемирного культурного и природного наследия ЮНЕСКО
11. Как влияет международный статус на природную территорию?
12. Что такое геопарки? Относятся ли геопарки к особо охраняемым природным территориям?

7. ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КАДАСТР ЖИВОТНОГО МИРА, ОХОТХОЗЯЙСТВЕННЫЙ И РЫБОХОЗЯЙСТВЕННЫЙ РЕЕСТРЫ

Государственный кадастр животного мира

В соответствии со ст.15.1. Федерального закона от 24.04.1995 № 52-ФЗ "О животном мире" государственный кадастр животного мира содержит совокупность сведений о географическом распространении объектов животного мира, об их численности, а также характеристику среды обитания объектов животного мира, сведения об использовании объектов животного мира и другие необходимые данные.

Государственный кадастр животного мира ведется в отношении объектов животного мира, не отнесенных к охотничьим ресурсам или водным биологическим ресурсам.

Ведение государственного кадастра объектов животного мира, находящихся на особо охраняемых природных территориях федерального значения, осуществляют федеральные государственные бюджетные учреждения, осуществляющие управление ООПТ федерального значения.

Государственный кадастр объектов животного мира, за исключением объектов животного мира, находящихся на особо охраняемых природных территориях федерального значения, ведут органы исполнительной власти субъектов Российской Федерации [5].

Ведение такого кадастра осуществляется путем составления перечня видов объектов животного мира, обитающих в субъекте Российской Федерации, включающего сведения о состоянии данных видов и среде их обитания.

Основная задача государственного мониторинга объектов животного мира – регулярное наблюдение за распространением, численностью, физическим состоянием и использованием видов, а также структурой, качеством и средой их обитания. Все полученные сведения входят в государственный кадастр.

При осуществлении государственного мониторинга объектов животного мира определяется:

- численность и распространение объектов животного мира (по видам), размещение их в среде обитания;
- динамика изменения численности объектов животного мира;
- состояние объектов животного мира;
- состояние среды обитания объектов животного мира.

Описываются следующие виды животного мира: беспозвоночные (кольчатые черви, немертины, мшанки, плеченогие, моллюски, ракообразные, паукообразные, насекомые) и позвоночные (круглоротые, рыбы, земноводные, пресмыкающиеся, птицы, млекопитающие).

Сведения о зарегистрированных объектах животного мира включают:

– русские и латинские названия видов;

– занесены ли виды в красную книгу Российской Федерации или в красную книгу субъекта Российской Федерации;

– год последней регистрации вида на ООПТ (если объектом мониторинга выступает ООПТ федерального значения),

– сведения о характере пребывания вида (для рыб - постоянное пребывание, сезонные миграции (нерестовые, нагульные, зимовальные), миграции, связанные с загрязнением, дефицитом кислорода; для земноводных и пресмыкающихся – постоянное пребывание, нерегулярные заходы; для птиц – гнездящийся, пролетный, зимующий, оседлый, залетный; для млекопитающих – пребывание, нерегулярные заходы).

Сведения о численности и местообитаниях объектов животного мира включают показатели численность вида, показатели плотности, доли площади категорий среды обитания от общей площади и тенденцию изменения численности.

К категориям среды обитания относятся: леса; молодняки и кустарники; тундры; болота; лугово-степные комплексы; альпийские луга; пустыни и каменные россыпи; сельскохозяйственные угодья; внутренние водоемы; пойменные комплексы; береговые комплексы; преобразованные и поврежденные участки; морская акватория; территории населенных пунктов. Отдельно по каждой категории приводится площадь и доля категории среды обитания от общей площади.

В Республике Башкортостан на 2015 год насчитывалось 8061 вид и подвид объектов животного мира, объединенных в 912 семейства, 195 отрядов, 60 классов и 24 типа.

Из них простейшие включает 188 видов, многоклеточные - 7873 видов (в том числе по типам: мшанки – 2 вида, губки – 3, кишечнополостные – 3, плоские черви - 340, колючеголовые (скребни) - 15, брюхоресничные черви - 2, круглые черви - 292, коловратки - 134, волосатиковые - 1, кольчатые черви - 73, тихоходки - 3, членистоногие – 6418, моллюски (мягкотелые) – 134, хордовые – 453 вида).

По классам хордовых: круглоротые – 1 вид, лучеперые рыбы – 50, земноводные – 12, пресмыкающиеся – 10, птицы – 295, млекопитающие – 85 видов.

По отрядам птиц: гагарообразные – 2 вида, поганкообразные – 4, веслоногие – 3, аистообразные – 6, фламингообразные – 1, гусеобразные – 33, соколообразные – 29, курообразные – 6, журавлеобразные – 11, ржанкообразные – 49, голубеобразные – 6, кукушкообразные – 2, совообразные – 12, козодоеобразные – 1, стрижеобразные – 1, ракшеобразные – 3, удодообразные – 1, дятлообразные – 7, воробьинообразные – 118 видов.

По отрядам млекопитающих: насекомоядные – 14 видов, рукокрылые – 12, зайцеобразные – 3, грызуны – 34, хищные – 16, парнокопытные – 6 видов (табл. 11) [47, 63].

Таблица 11. Млекопитающие Республики Башкортостан

Семейство	Виды
Отряд Насекомоядные	
Ежовые	Обыкновенный еж, среднерусский еж, южный еж, белогрудый (восточноевропейский) еж, ушастый еж
Кротовые	Выхухоль, европейский крот
Землеройковые	Малая белозубка, водяная (обыкновенная) кутора, обыкновенная бурозубка, равнозубая бурозубка, средняя бурозубка, малая бурозубка (землеройка), крошечная бурозубка
Отряд Рукокрылые	
Гладконосые (обыкновенные летучие мыши)	Северный кожанок, ночница Брандта, прудовая ночница, водяная ночница, усатая ночница (русская), ночница Наттерера, малая вечерница, рыжая вечерница, нетопырь Натузиуса, нетопырь-карлик, бурый ушан (обыкновенный), двуцветный кожан
Отряд Зайцеобазные	
Пищухи	Степная (малая) пищуха
Зайцы	Заяц-русак, заяц-беляк
Отряд Грызуны	
Беличьи	Степной сурок (байбак), обыкновенная летяга, обыкновенная белка, большой (рыжеватый) суслик, малый суслик, бурундук
Бобровые	Обыкновенный бобр
Соневые	Лесная соня, садовая соня
Тушканчиковые	Большой тушканчик, лесная мышовка, степная мышовка
Мышиные	Хомячок Эверсманна, полевая мышь, желтогорлая мышь, лесная мышь, водяная полевка (крыса), рыжая полевка, красно-серая полевка, красная полевка, серый хомячок, обыкновенный хомяк, обыкновенная слепушонка, степная пеструшка, мышь-малютка, темная полевка, обыкновенная полевка, узкочерепная полевка, полевка-экономка, восточно-европейская полевка, домовая мышь, лесной лемминг, ондатра (мускусная крыса), серая крыса (пасюк)
Отряд Хищные	
Собачьи	Волк, лисица, корсак
Медвежьи	Бурый медведь
Енотовые	Енотовидная собака
Куньи	Выдра, лесная куница, барсук, горностай, степной (светлый) хорек, европейская норка, ласка, лесной (темный) хорек, колонок, американская норка
Кошачьи	Рысь
Отряд Парнокопытные	
Свиньи	Кабан
Олени (плотнорогие)	Лось, марал, пятнистый олень, европейская косуля, сибирская косуля

Государственный кадастр редких и находящихся под угрозой исчезновения объектов животного мира

Государственный кадастр редких и находящихся под угрозой исчезновения объектов животного мира ведется в форме красной книги. Объем мероприятий, проводимых в рамках ведения государственного мониторин-

га и государственного кадастра объектов животного мира, занесенных в красную книгу Российской Федерации, красные книги субъектов Российской Федерации, определяется исходя из установленных категорий статуса объектов животного мира, имеющейся по ним в наличии достоверной научной информации, научных оценок численности, распространения и возможности их регулярного обновления на основе данных научных организаций.

При этом приняты шесть категорий статуса редкости:

0 - вероятно исчезнувшие. Таксоны и популяции, ранее обитавшие на исследуемой территории, и нахождение которых в природе не подтверждено (для беспозвоночных - в последние 100 лет, для позвоночных - в последние 50 лет);

1 -находящиеся под угрозой исчезновения. Таксоны и популяции, численность которых сократилась до критического уровня таким образом, что в ближайшее время они могут исчезнуть;

2 - сокращающиеся в численности. Таксоны и популяции с неуклонно сокращающейся численностью, которые при продолжении воздействия лимитирующих факторов могут в короткие сроки попасть в категорию находящихся под угрозой исчезновения;

3 - редкие. Таксоны и популяции, которые имеют естественную низкую численность и/или распространены на ограниченной территории или спорадически распространены на значительных территориях;

4 - неопределенные по статусу. Таксоны и популяции, которые, вероятно, относятся к одной из предыдущих категорий, но достаточных сведений об их состоянии в природе в настоящее время нет, либо они не в полной мере соответствуют критериям всех остальных категорий;

5 - восстанавливаемые и восстанавливающиеся. Таксоны и популяции, численность и распространение которых под воздействием естественных причин или в результате принятых мер охраны начали восстанавливаться, и которые приближаются к состоянию, когда не будут нуждаться в срочных мерах по сохранению и восстановлению.

При ведении кадастра по субъектам Российской Федерации в отношении объектов животного мира красной книги Российской Федерации и красной книги субъекта Российской Федерации приводятся следующие сведения:

– русские и латинские названия видов, подвидов, популяций;

– дата первой и последней отмеченной встречи на территории субъекта Российской Федерации;

– регулярность и протяженность лет; характер пребывания (позвоночные - постоянное, гнездится, сезонное, зимует, на пролете, заходы/залеты, раз в несколько лет; беспозвоночные - постоянное, временное, периодическое);

– особенности жизненного цикла (размножается, не размножается; для беспозвоночных - цикл однолетний, многолетний);

– характер распространения (повсеместно, локально, единично, мозаично);

– перечень основных биотопов, их краткая характеристика;

– показатели численности (абсолютная/относительная);

– распределение популяции по основным биотопам (в % от общей численности популяции);

– существующие тенденции динамики численности (сокращается, стабильная, увеличивается, иное);

– природные и антропогенные факторы, лимитирующие распространение вида/подвида в субъекте Российской Федерации;

– роль субъекта Российской Федерации в сохранении вида/подвида (менее 5% - незначительная, от 5 до 49% - значительная, более 50% - основная, определяющая) [33].

В Красную книгу Республики Башкортостан (2014 г) включены 39 видов беспозвоночных и 75 видов позвоночных животных, из них 1 представитель пиявок, насекомых – 38, рыб – 7, земноводных – 3, пресмыкающихся – 6, птиц – 41, млекопитающих – 18 (рис. 14, табл. 12).

Млекопитающие включают 9 представителей отряда рукокрылых, 3 – отряда грызунов, 2 – хищных, 2 - насекомоядных, а также по 1 представителю отряда зайцеобразных и отряда парнокопытных. К категории исчезающих видов (численность которых сократилась до критического уровня таким образом, что в ближайшее время они могут исчезнуть) относятся европейская норка и русская выхухоль [54].

Таблица 12. Перечень объектов животного мира, занесенных в Красную книгу Республики Башкортостан (2014 г)

Отряд	Виды
БЕСПОЗВОНОЧНЫЕ ЖИВОТНЫЕ	
Тип Кольчатые черви, класс Пиявки	
Челюстные	Медицинская пиявка
Тип Членистоногие, класс Насекомые	
Стрекозы	Перевязанная стрекоза, аральский тонкохвост, дозорщик-император
Богомолы	Обыкновенный богомол
Прямокрылые	Степная дыбка
Палочники	Двубугорчатый палочник
Жестокрылые	Жужелица Карпинского, пахучий красотел, жук-олень, восковик-отшельник, альпийский усач.
Сетчатокрылые	Пестрый аскалаф
Перепончатокрылые	Пчела-плотник, башкирская бортевая пчела, армянский шмель, изменчивый шмель, необыкновенный шмель
Ручейники	Бабочковидный ручейник
Чешуекрылые	Малый ночной павлиный глаз, волнянка малая, медведица гор-

	ная, медведица даурская, поликсена, мнемозина, аполлон обыкновенный, малинница Бутлерова, голубянка Киана, голубянка круглопятнистая, перламутровка зеленоватая, перламутровка северная, перламутровка альпийская, перламутровка селена восточная, бархатница дейдамия, сенница эдип, сенница амариллис, чернушка циклоп, энейс ютта
Двукрылые	Гигантский ктырь
ПОЗВОНОЧНЫЕ ЖИВОТНЫЕ	
Класс Костные рыбы	
Осетрообразные	Русский осетр, стерлядь
Лососеобразные	Обыкновенный таймень, ручьевая форель, европейский хариус
Карпообразные	Русская быстрянка
Скорпенообразные	Обыкновенный подкаменщик
Класс Земноводные	
Хвостатые	Гребенчатый тритон
Бесхвостатые	Травяная лягушка, прудовая лягушка
Класс Пресмыкающиеся	
Черепахи	Болотная черепаха
Ящерицы	Веретеница ломкая
Змеи	Обыкновенная медянка, узорчатый полоз, водяной уж, восточная степная гадюка
Класс Птицы	
Гагарообразные	Европейская чернозобая гагара
Аистообразные	Большая белая цапля, черный аист
Гусеобразные	Краснозобая казарка, лебель-кликун, огарь, пеганка, белоглазый нырок, тарпан
Соколообразные	Скопа, обыкновенный осоед, степной лунь, курганник, змееяд, степной орел, большой подорлик, могильник, беркут, орлан-белохвост, балобан, сапсан, степная пустельга
Курообразные	Большая белая куропатка
Журавлеобразные	Красавка, дрофа, стрепет
Ржанкообразные	Кречетка, ходулочник, щилоклювка, кулик-сорока, большой кроншнеп, средний кроншнеп, степная тиркушка, черноголовый хохотун, малая крачка
Совообразные	Филин, бородатая неясыть
Ракшеобразные	Сизоворонка
Удодообразные	Удод
Воробьинообразные	Серый сорокопут, князек
Класс Млекопитающие	
Насекомоядные	Ушастый еж, русская выхухоль
Рукокрылые	Ночница Наттерера, прудовая ночница, водяная ночница, усатая ночница, бурый ушан, малая вечерница, нетопырь Натузиуса, нетопырь-карлик, северный кожанок
Зайцеобразные	Малая (степная) пищуха
Грызуны	Обыкновенная летяга, садовая соня, большой тушканчик
Хищные	Европейская норка, речная выдра
Парнокопытные	Марал

Рис. 14 Некоторые представители животного мира, занесенные в Красную книгу Республики Башкортостан (2014 г):

а –аполлон (самка), б – летяга, в – орлан-белохвост, г – башкирская (бурзянская) бортевая пчела, д – веретеница ломкая, е – водяная ночница, ж – прудовая лягушка, з – гребенчатый тритон, и-бородатая неясыть

Государственный охотхозяйственный реестр

Учет объектов животного мира, отнесенных к охотничьим ресурсам, осуществляется в порядке, предусмотренном Федеральным законом от 24 июля 2009 года № 209-ФЗ "Об охоте и о сохранении охотничьих ресурсов и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации".

Государственный кадастр охотничьих ресурсов ведется в форме государственного охотхозяйственного реестра. Ведение государственного охотхозяйственного реестра осуществляется органом исполнительной власти субъекта Российской Федерации.

Государственный охотхозяйственный реестр представляет собой систематизированный свод документированной информации (в том числе данных государственного мониторинга охотничьих ресурсов и среды их обитания) об охотничьих ресурсах, об их использовании и сохранении, об охотничьих угодьях, об охотниках, о юридических лицах и об индивиду-

альных предпринимателях, осуществляющих виды деятельности в сфере охотничьего хозяйства.

В нем содержится документированная информация:

1) о количественных и качественных характеристиках охотничьих ресурсов (в том числе данные государственного мониторинга охотничьих ресурсов и среды их обитания). Этот раздел содержит информацию о численности млекопитающих и птиц, о плодовитости копытных животных, о выявленных заболеваниях животных, отнесенных к охотничьим ресурсам, о гибели охотничьих ресурсов, о количестве видов и о динамике численности охотничьих ресурсов, обитающих на территории субъекта Российской.

2) о видах, местоположении, границах, принадлежности и состоянии охотничьих угодий;

3) о юридических лицах и об индивидуальных предпринимателях, осуществляющих виды деятельности в сфере охотничьего хозяйства, а также об организациях, осуществляющих деятельность по закупке, производству и продаже продукции охоты;

4) об использовании охотничьих ресурсов. Этот раздел содержит документированную информацию о добыче копытных животных, пушных животных, о добыче птиц, отнесенных к охотничьим ресурсам. Отдельно приводятся сведения о добыче волка и медведей, а также о незаконной добыче охотничьих ресурсов;

5) о сохранении охотничьих ресурсов. Этот раздел содержит информацию о воспроизводстве, регулировании численности и о введении ограничений на использование охотничьих ресурсов;

6) об оказываемых услугах в сфере охотничьего хозяйства, оказываемых юридическими лицами или индивидуальными предпринимателями;

7) об охотниках: фамилия, имя, отчество, дата и место рождения, номер контактного телефона, почтовый адрес и (или) адрес электронной почты, по которым осуществляется связь с охотником; данные основного документа, удостоверяющего личность; наименование и организационно-правовая форма юридического лица или фамилия, имя, отчество индивидуального предпринимателя, работником которого является охотник, а также номер контактного телефона, почтовый адрес и (или) адрес электронной почты, по которым осуществляется связь с этим юридическим лицом или индивидуальным предпринимателем; дата выдачи охотничьего билета и его учетные серия и номер; дата и основание аннулирования охотничьего билета;

8) иная документированная информация об осуществлении видов деятельности в сфере охотничьего хозяйства. Сюда относится информация об осуществлении охоты с участием иностранных граждан, о добыче охотничьих ресурсов при осуществлении охоты в целях научно-исследовательской, образовательной деятельности, о выявленных случаях нападения охотничьих ресурсов, о нарушениях техники безопасности и

несчастных случаях при осуществлении охоты, о возмещении вреда, причиненного охотничьим ресурсам [34].

К охотничьим ресурсам на территории Российской Федерации относятся:

1) млекопитающие:

а) копытные животные - кабан, кабарга, дикий северный олень, косули, лось, благородный олень, пятнистый олень, лань, овцебык, муфлон, сайгак, серна, сибирский горный козел, туры, снежный баран, гибриды зубра с бизоном, домашним скотом;

б) медведи;

в) пушные животные - волк, шакал, лисица, корсак, песец, енотовидная собака, енот-полоскун, рысь, росомаха, барсук, куницы, соболь, харза, дикие кошки, ласка, горностай, солонгой, колонок, хори, норки, выдра, зайцы, дикий кролик, бобры, сурки, суслики, кроты, бурундуки, летяга, белки, хомяки, ондатра, водяная полевка;

2) птицы - гуси, казарки, утки, глухари, тетерев, рябчик, куропатки, перепела, кеклик, фазаны, улары, пастушок, обыкновенный погоныш, коростель, камышница, лысуха, чибис, тулес, хрустан, камнешарка, турухтан, травник, улиты, мородунка, веретенники, кроншнепы, бекасы, дупеля, гаршнеп, вальдшнеп, саджа, голуби, горлицы.

В целях обеспечения ведения традиционного образа жизни и осуществления традиционной хозяйственной деятельности коренных малочисленных народов Севера, Сибири и Дальнего Востока Российской Федерации к охотничьим ресурсам также относятся гагары, бакланы, поморники, чайки, крачки, чистиковые [10].

Общая площадь охотничьих угодий Республики Башкортостан на 01 января 2021 года составляет 13112,7 тыс. га, в том числе предоставленная для осуществления пользования охотничьими животными юридическим лицам – 9087,8 тыс. га (69,3%), индивидуальным предпринимателям – 320,4 тыс. га (2,4%). Площадь общедоступных охотничьих угодий – 3704,5 тыс. га (28,3%) [51].

На территории Республики Башкортостан лимиты добычи охотничьих ресурсов на период с 01 августа 2021 года до 01 августа 2022 года составили в количестве: лось –1747, косуля сибирская – 1459, олень пятнистый -9, рысь -20, медведь бурый - 363, барсук – 572 особи. Квоты добычи распределены по муниципальным районам и пользователям объектами животного мира, среди которых РОО "Ассоциация охотников и рыболовов Республики Башкортостан", ООО "Охотничье хозяйство "Альшей", ООО "Охотничье хозяйство "Усолка", ООО "Лесные просторы", ООО "Вак-Ногуш", ООО "Белогорье", ООО "Охотничье хозяйство "Нугушское", ООО "ТрейдАрт-М", ООО "Бурзянтур", ООО "Аргамак", ООО "Вепрь", ИП Волков Г.Н., ИП Чепцов А.Н., ООО Конно-спортивное-охотничье хозяйство "Ташлы", МОО "Ишимбайское районно-городское общество охотников и рыболовов", ООО Охотничье-рыболовное хозяйство "Беркут", ООО

"Мега-строй, МОО "Общество охотников и рыболовов Краснокамского района Республики Башкортостан", НП "Охотничье-рыболовный клуб "Охотники за трофеями", ООО "Родные просторы", ООО "Охотничье хозяйство "Бобер", ООО "Охотник Федоровского района", ООО "Природа", ООО Фирма "Тим-Бул-А" и другие [39].

Государственный рыбохозяйственный реестр

Учет объектов животного мира, отнесенных к водным биологическим ресурсам, осуществляется в порядке, предусмотренном федеральным законом от 20 декабря 2004 года № 166-ФЗ "О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов“.

Государственный кадастр водных биоресурсов ведется в форме государственного рыбохозяйственного реестра. Его ведение осуществляется федеральным органом исполнительной власти в области рыболовства.

Государственный рыбохозяйственный реестр представляет собой систематизированный свод документированной информации о водных биоресурсах, об их использовании и сохранении.

В государственном рыбохозяйственном реестре содержится документированная информация:

– о количественных, качественных и об экономических характеристиках водных биоресурсов;

– о рыбохозяйственных бассейнах и водных объектах рыбохозяйственного значения;

– о юридических лицах и об индивидуальных предпринимателях, осуществляющих рыболовство;

– о судах рыбопромыслового флота, в том числе о праве собственности и об иных правах на них, о типе (мощности) и классе таких судов;

– об орудиях добычи (вылова) водных биоресурсов;

– о решениях органов государственной власти и договорах, на основании которых возникает право на добычу (вылов) водных биоресурсов;

– об уловах водных биоресурсов;

– иная документированная информация об использовании и о сохранении водных биоресурсов.

В настоящее время в водоемах Республики Башкортостан обитает более 45 видов водных биологических ресурсов. На определенные виды рыб (лещ, судак, щука, рак, сом) установлены лимиты и квоты вылова между пользователями для осуществления промышленного рыболовства в рыбохозяйственных водоемах (табл. 13) [41].

Таблица 13. Распределение водных биологических ресурсов и лимитов их вылова для осуществления промышленного рыболовства в рыбохозяйственных водоемах Республики Башкортостан

Виды рыб	Выделено, тонн							Лимиты вылова, тонн
	Озера	Реки	Водохранилища				Всего выделено	
			Нижнекамское	Павловское	Карамановское	Прочее		
Лещ	17,8	32,3	50,4	124,0	28,5	1,0	254,0	119,3
Судак	1,0	3,9	7,8	9,9	1,0	-	23,6	10,4
Щука	13,9	3,9	3,8	4,9	5,0	-	31,5	11,4
Рак	5,0	-	-	-	3,0	-	8,0	4,0
Сом	-	-	1,4	0,9	-	-	2,3	1,4
ИТОГО	37,7	40,1	63,4	139,7	37,5	1,0	319,4	146,5

В перечень рыболовных участков включены 78 рыбохозяйственных водоемов, в том числе: на реках – 20 участков, на озерах – 44, на водохранилищах – 14. Всего за пользователями закреплено 27 рыболовных участков. За юридическими лицами закреплено 22 участка, 5 участков – за индивидуальными предпринимателями. Самым крупным пользователем в республике является АО «Башкиррыбхоз», который осуществляет промысел на 13 рыболовных участках [51].

Контрольные вопросы:

1. Охарактеризуйте животный мир Республики Башкортостан.
2. Назовите нормативно-правовую базу ведения государственного кадастра животного мира, государственного охотхозяйственного и рыбохозяйственного реестров.
3. Перечислите состав сведений государственного кадастра животного мира, государственного охотхозяйственного и рыбохозяйственного реестров.
4. Кто осуществляет ведение государственного кадастра животного мира на особо охраняемых природных территориях федерального и республиканского значения?
5. Кто осуществляет ведение государственного охотхозяственного и рыбохозяйственного реестров?
6. Перечислите представителей животного мира, относящихся к охотничьим ресурсам на территории Российской Федерации.
7. Перечислите представителей животного мира, относящихся к водным биологическим ресурсам, и в отношении которых разрешается промышленное рыболовство?
8. Каких представителей животного мира, включенных в Красную книгу Республики Башкортостан вы знаете?

8. ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КАДАСТР МЕСТОРОЖДЕНИЙ И ПРОЯВЛЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ И ДРУГИЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ О НЕДРАХ

Общие сведения

В соответствии с законом Российской Федерации от 21.02.1992 № 2395-1 "О недрах" в Российской Федерации ведется ряд информационных ресурсов, в которых содержится информация о недрах. К ним относятся единый фонд геологической информации о недрах; государственный реестр участков недр, предоставленных в пользование, и лицензий на пользование участками недр; государственный кадастр месторождений и проявлений полезных ископаемых; государственный баланс запасов полезных ископаемых [17].

Единый фонд геологической информации о недрах

Единый фонд геологической информации о недрах является федеральной государственной информационной системой, содержащей реестр первичной геологической информации о недрах и интерпретированной геологической информации о недрах, имеющихся в федеральном фонде геологической информации и его территориальных фондах, фондах геологической информации субъектов Российской Федерации, органах государственной власти Российской Федерации, органах государственной власти субъектов Российской Федерации, организациях, находящихся в ведении указанных органов государственной власти, иных коммерческих организациях и некоммерческих организациях, а также первичную геологическую информацию о недрах и интерпретированную геологическую информацию о недрах, представленные на электронных носителях и имеющиеся в федеральном фонде геологической информации и его территориальных фондах.

Под геологической информацией о недрах понимаются информация о геологическом строении недр, о находящихся в них полезных ископаемых (в том числе о специфических минеральных ресурсах, подземных водах), об условиях их разработки, иных качествах и особенностях недр (в том числе о подземных полостях естественного или искусственного (техногенного) происхождения), данные наблюдений, полученные при осуществлении видов пользования недрами, при охране недр, при использовании отходов добычи полезных ископаемых и связанных с ней перерабатывающих производств, при осуществлении видов деятельности, связанных с геологическим изучением и добычей отдельных видов минерального сырья, захоронением радиоактивных отходов и токсичных веществ, и представленные на бумажном или электронном носителе либо на иных материальных носителях (в образцах горных пород, керна, пластовых жидкостей, флюидов и на иных материальных носителях первичной геологической информации о недрах).

Под первичной геологической информацией о недрах понимается геофизическая, геохимическая и иная информация о недрах, полученная непосредственно в процессе осуществления видов пользования недрами, а также видов деятельности, связанных с геологическим изучением и добычей отдельных видов минерального сырья, захоронением радиоактивных отходов и токсичных веществ.

Под интерпретированной геологической информацией о недрах понимаются результаты обработки первичной геологической информации о недрах, включая геологические отчеты, карты, планы, эскизы.

Геологическая информация о недрах единого фонда геологической информации о недрах используется федеральным органами управления и государственной власти в информационных целях для осуществления управления государственным фондом недр, ведения государственного кадастра месторождений и проявлений полезных ископаемых, государственного баланса запасов полезных ископаемых, государственного реестра работ по геологическому изучению недр, государственного реестра участков недр, предоставленных в пользование, и лицензий на пользование недрами, предупреждения опасных природных процессов и явлений и устранения их последствий, обеспечения обороны страны и безопасности государства, организации и осуществления государственного контроля (надзора) [17].

Государственный реестр участков недр, предоставленных в пользование, и лицензий на пользование участками недр

Ведение государственного реестра участков недр осуществляется Федеральным агентством по недропользованию с привлечением федерального государственного бюджетного учреждения "Российский федеральный геологический фонд" (ФГБУ "Росгеолфонд").

Государственному учету в государственном реестре участков недр подлежат участки недр, предоставленные в пользование, и лицензии на пользование участками недр.

Государственный реестр участков недр должен содержать следующие сведения:

а) государственный регистрационный номер лицензии на пользование недрами, электронный образ лицензии на пользование недрами со всеми приложениями;

б) дата присвоения государственного регистрационного номера лицензии на пользование недрами;

в) целевое назначение лицензии на пользования недрами;

г) вид полезного ископаемого;

д) наименование участка недр, предоставленного в пользование по лицензии на пользование недрами, а также кадастровый номер месторождения или проявления полезных ископаемых в государственном кадастре месторождений и проявлений полезных ископаемых (при наличии);

е) наименование субъекта Российской Федерации или иной территории, на которой расположен участок недр;

ж) географические координаты угловых точек участка недр, верхняя и нижняя границы участка недр;

з) статус участка недр (участок недр федерального значения, участок недр местного значения, участок недр, не относящийся к участкам недр федерального значения или местного значения);

и) сведения о пользователе недр (наименование, организационно-правовая форма, индивидуальный номер налогоплательщика (для юридических лиц); фамилия, имя, отчество (при наличии), индивидуальный номер налогоплательщика (для индивидуальных предпринимателей);

к) наименование органа, выдавшего лицензию на пользование недрами;

л) реквизиты документа, на основании которого выдана лицензия на пользование недрами;

м) реквизиты изменений и дополнений в лицензию на пользование недрами, их электронные образы;

н) сведения о переоформлении лицензии на пользование недрами, содержащие ссылку на реестровую запись переоформленной лицензии;

о) сведения о прекращении права пользования недрами, в том числе досрочном, приостановлении или ограничении права пользования недрами по лицензии на пользование недрами (реквизиты приказа, дата прекращения права пользования недрами, в том числе досрочного, срок и условия приостановления или ограничения права пользования недрами);

п) дата окончания срока действия лицензии на пользование недрами;

р) сведения о реестровых записях в отношении ранее выданных лицензий на пользование соответствующим участком недр [31].

Сведения, содержащиеся в государственном реестре участков недр, являются открытыми и общедоступными (рис. 15).

Государственный кадастр месторождений и проявлений полезных ископаемых

Государственный кадастр месторождений и проявлений полезных ископаемых ведется в целях обеспечения разработки федеральных и региональных программ геологического изучения недр, комплексного использования месторождений полезных ископаемых, рационального размещения предприятий по их добыче, а также в других народно-хозяйственных целях.

Государственный кадастр месторождений и проявлений полезных ископаемых должен включать в себя сведения по каждому месторождению, характеризующие количество и качество основных и совместно с ними залегающих полезных ископаемых, содержащиеся в них компоненты, горно-технические, гидрогеологические, экологические и другие условия разработки месторождения, содержать геолого-экономическую оценку

каждому месторождению, а также включать в себя сведения по выявленным проявлениям полезных ископаемых [17].

Рис. 15 Государственный реестр участков недр, предоставленных в пользование, и лицензий на пользование недрами на официальном сайте Росгеолфонда (https://rfgf.ru/reestrlic/) [64]

Составление и ведение государственного кадастра осуществляется федеральным агентством по недропользованию и его территориальными органами.

В государственный кадастр подлежит включению информация о следующих объектах учета:

1) месторождения полезных ископаемых и подземных вод, содержащие запасы полезных ископаемых или подземных вод, учтенные государственным балансом запасов полезных ископаемых или территориальными балансами запасов общераспространенных полезных ископаемых;

2) месторождения полезных ископаемых и подземных вод, содержащие запасы полезных ископаемых и подземных вод, списанные с государственного баланса запасов полезных ископаемых или территориальных балансов запасов общераспространенных полезных ископаемых (независимо от основания списания запасов, включая выработанные месторождения полезных ископаемых);

3) проявления полезных ископаемых, содержащие прогнозные ресурсы твердых полезных ископаемых категории p_1 и (или) p_2 и (или) прогнозные ресурсы углеводородного сырья категории d_0 и (или) dл и (или) прогнозные ресурсы подземных вод категории p_1 и (или) p_2.

Прогнозные ресурсы твердых полезных ископаемых категории p_1 – это ресурсы, учитывающие возможность расширения границ распространения полезного ископаемого за контуры запасов или выявления новых рудных тел полезного ископаемого на рудопроявлениях, разведанных и разведываемых месторождениях; категории p_2 - учитывающие возмож-

ность обнаружения в бассейне, рудном районе, узле, поле новых месторождений полезных ископаемых, предполагаемое наличие которых основывается на положительной оценке выявленных при крупномасштабной геологической съемке и поисковых работах, а также геофизических и геохимических аномалий, природа и возможная перспективность которых установлены единичными выработками [21].

Прогнозные ресурсы углеводородного сырья категории d_0 (подготовленные) – это ресурсы нефти, газа и конденсата возможно продуктивных пластов в подготовленных к бурению ловушках в районах с доказанной промышленной нефтегазоносностью или в не вскрытых бурением продуктивных пластах открытых месторождений; категории dл (локализованные) – это ресурсы возможно продуктивных пластов в ловушках, выявленных по результатам поисковых геологических и геофизических исследований в пределах районов с доказанной промышленной нефтегазоносностью [27].

Прогнозные ресурсы подземных вод категории p_1 – это ресурсы, учитывающие возможность увеличения запасов на разведанных или оцененных месторождениях подземных вод или перспективных для постановки поисково-оценочных работ участках недр; категории p_2 - учитывающие возможность выявления в пределах артезианских гидрогеологических структур различных порядков, речных бассейнов и перспективных участков недр месторождений питьевых, технических и минеральных подземных вод, возможное наличие которых основывается на результатах среднемасштабных гидрогеологических съемок и другой информации, полученной при геофизических, гидрохимических и других исследованиях [23].

Государственный кадастр должен содержать следующие сведения:

1) кадастровый номер объекта учета, состоящий из буквенного обозначения массива государственного кадастра и числового обозначения;

2) общие сведения об объекте учета (наименование месторождения или проявления полезных ископаемых, месторождения подземных вод, год открытия месторождения, год выявления проявления полезных ископаемых);

3) местонахождение объекта учета (наименование субъекта Российской Федерации или иной территории, на которой находится объект учета);

4) географические координаты центра объекта учета, а также угловых точек контура объекта учета (при наличии);

5) последний вид работ по геологическому изучению недр и разведке месторождения полезных ископаемых или подземных вод на объекте учета с указанием года завершения работ, степень освоения объекта учета;

6) количество и качество основных и совместно с ними залегающих полезных ископаемых, содержащихся в них компонентов, объемы полезных ископаемых или подземных вод:

а) вид основных и попутных полезных ископаемых, тип подземных вод;

б) категория запасов и (или) прогнозных ресурсов полезных ископаемых или подземных вод;

в) содержание полезных ископаемых и попутных компонентов;

г) количество запасов и прогнозных ресурсов полезных ископаемых или подземных вод;

д) горно-технические, гидрогеологические, экологические и другие условия разработки месторождения, геолого-экономическая оценка месторождения;

7) источники сведений об объекте учета:

а) наименование и год составления документа, на основе которого сведения об объекте учета вносятся или изменяются в государственном кадастре;

б) реквизиты заключения (документа об утверждении заключения) государственной экспертизы запасов полезных ископаемых и подземных вод, геологической информации о предоставляемых в пользование участках недр, на основе которого сведения об объекте учета вносятся или изменяются в государственном кадастре (при наличии);

в) регистрационный номер работ, по результатам которых были составлены документы в государственном реестре работ по геологическому изучению недр (при наличии);

г) инвентарный номер хранения документов в федеральном фонде геологической информации или его территориальном фонде, фонде геологической информации субъекта Российской Федерации;

д) реестровые номера документов в федеральной государственной информационной системе "единый фонд геологической информации о недрах";

8) сведения о лицензировании объекта учета (распределенный фонд недр (с указанием реквизитов лицензии на пользование недрами) или нераспределенный фонд недр);

9) регистрационный номер текущих (незавершенных) работ по геологическому изучению недр и разведке месторождения полезных ископаемых на объекте учета в государственном реестре работ по геологическому изучению недр (при наличии);

10) статус записи государственного кадастра:

а) "актуальная" - запись государственного кадастра содержит актуальную информацию об объектах учета государственного кадастра;

б) "погашенная" - запись государственного кадастра неактуальна по причине того, что сведения об объекте учета не подтвердились, либо по указанному объекту учета, являющемуся проявлением полезного ископаемого, учтено месторождение полезных ископаемых, либо месторождение полезных ископаемых отработано;

в) "аннулированная" - запись государственного кадастра внесена по ошибке либо с нарушением порядка.

Государственный кадастр состоит из следующих подразделений (массивов):

1) массив "а" - месторождения металлических полезных ископаемых;

2) массив "б" - месторождения неметаллических полезных ископаемых;

3) массив "в" - россыпные месторождения;

4) массив "г" - проявления твердых полезных ископаемых;

5) массив "д" - месторождения нефти и газа;

6) массив "е" - месторождения угля и горючих сланцев;

7) массив "ж" - месторождения гидроминерального сырья;

8) массив "з" - месторождения подземных вод;

9) массив "и" - месторождения торфа и сапропеля;

10) массив "к" - перспективные структуры и объекты.

Государственный кадастр ведется по субъектам Российской Федерации, федеральным округам, Российской Федерации в целом, мировому океану, Арктике и Антарктике, Черному и Азовскому морям, в пределах которых Российская Федерация осуществляет суверенитет, суверенные права или юрисдикцию, а также в пределах российского сектора Каспийского моря [32].

Государственный баланс запасов полезных ископаемых

С целью учета состояния минерально-сырьевой базы ведется государственный баланс запасов полезных ископаемых. Он должен содержать сведения о количестве, качестве и степени изученности запасов каждого вида полезных ископаемых по месторождениям, имеющим промышленное значение, об их размещении, о степени промышленного освоения, добыче, потерях и об обеспеченности промышленности разведанными запасами полезных ископаемых на основе классификаций запасов и прогнозных ресурсов полезных ископаемых [17].

Федеральное агентство по недропользованию (Роснедра) осуществляет ведение государственного баланса, обеспечивает постановку запасов полезных ископаемых и их списание с государственного баланса.

Учету на государственном балансе подлежат:

1) по твердым полезным ископаемым раздельно балансовые (экономические) и забалансовые (потенциально экономические) запасы основных и совместно с ними залегающих полезных ископаемых и содержащихся в них ценных компонентов;

2) по нефти и конденсату геологические и извлекаемые запасы, по газу свободному и газу в газовых шапках, газу, растворенному в нефти, этану, пропану, бутану, гелию и другим ценным компонентам нефтяных, и газовых месторождений - только извлекаемые запасы;

3) по подземным водам и лечебным грязям - балансовые и забалансовые запасы питьевых, технических, лечебных минеральных, теплоэнергетических, включая пароводяные смеси, и промышленных вод, балансо-

вые и забалансовые запасы рапы лиманов и озер и содержащихся в ней ценных компонентов, балансовые и забалансовые запасы лечебных грязей;

4) по вновь выявленным в результате геологоразведочных работ месторождениям (площадям, участкам, шахтным и карьерным полям, залежам, горизонтам, поднятиям, куполам и другим объектам учета) - запасы, подсчитанные в соответствии с принятыми в установленном порядке параметрами для подсчета запасов;

5) прирост или уменьшение запасов полезных ископаемых, полученные в результате геологоразведочных и добычных работ на месторождениях, запасы которых числятся на государственном балансе;

6) переоцененные запасы в связи с изменением параметров их подсчетов, экономических, горнотехнических, технологических условий разработки, а также в связи с изменением направления использования полезного ископаемого;

7) запасы полезных ископаемых, складированные в спецотвалах и добытые из них [25].

В соответствии с Государственным балансом запасов по состоянию на 01.01.2021 на территории Республики Башкортостан числятся 216 месторождений нефти и газа, 5 месторождений бурого угля, 334 месторождения по твердым полезным ископаемым (в том числе по рудным – 267, по нерудным – 67) и 793 месторождения общераспространенных полезных ископаемых (без учета торфа).

В 2020 году добычу нефти и газа осуществляли предприятия: ПАО "АНК "Башнефть", ООО "Лукойл-Пермь", АО "Ингеохолдинг" и ООО "АН Недра". Добыто 11,1 млн. т. нефти. Остаточные извлекаемые запасы нефти промышленных категорий $A+B_1$ по состоянию на 01.01.2021 составляют 479,382 млн. т.

Общие балансовые запасы бурого угля категории $A+B+C_1$ составляют 251,4 млн. т., $C_2 = 0,9$ млн.т.

Балансовые запасы железных руд категории $A+B+C_1$ составляют 69,4 млн. т, C_2 – 13,8 млн.т. Значительны также запасы марганцевых руд ($A+B+C_1$ - 810 тыс. т, C_2 – 707 тыс. т), меди ($A+B+C_1$ - 4485 тыс. т, C_2 – 702 тыс. т), свинца ($A+B+C_1$ – 166,7 тыс.т, C_2 – 4,7 тыс..т) и цинка ($A+B+C_1$ - 4981 тыс. т, C_2 – 1439 тыс.т) [51].

Контрольные ресурсы

1. Какие существуют государственные информационные ресурсы, в которых содержится информация о недрах в виде кадастровых сведений?
2. Какие сведения содержатся в Едином фонде геологической информации о недрах?
3. Какие сведения относятся к первичной геологической информацией, а какие к интерпретированной?

4. Кто осуществляет ведение государственного реестра участков недр, предоставленных в пользование, и лицензий на пользование участками недр?

5. Какие сведения содержатся в государственном кадастре месторождений и проявлений полезных ископаемых?

6. Какие подразделы (массивы) выделяются в государственном кадастре месторождений и проявлений полезных ископаемых?

7. Какие сведения содержатся в государственном балансе запасов полезных ископаемых?

8. Охарактеризуйте месторождения полезных ископаемых в Республике Башкортостан.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Государственные кадастры природных ресурсов выступают в качестве официальной информационной базы, в которой природные ресурсы описываются с количественной, качественной стороны и обладают правовым статусом. Поэтому ведение таких кадастров является важнейшим аспектом при управлении территориями и природными ресурсами.

В Российской Федерации выделяются земельный кадастр как составная часть Единого государственного реестра недвижимости, государственный лесной реестр, государственный водный реестр, кадастр особо охраняемых природных территорий, государственный кадастр животного мира, государственные охотхозяйственный и рыбохозяйственный реестры, государственный кадастр месторождений и проявлений полезных ископаемых и другие государственные информационные ресурсы о недрах.

Несмотря на периодически проводимую реорганизацию государственных органов, осуществляющих ведение кадастров, они развиваются и совершенствуются, улучшают свою техническую и кадровую оснащенность. На сегодняшний день стоит задача, чтобы сведения, полученные из различных государственных кадастров и реестров природных ресурсов, были совместимы и сопоставимы между собой. Это позволит проводить общий анализ состояния ресурсов, их комплексную оценку и принимать согласованные управленческие решения на местном, региональном и федеральном уровнях.

Учебное пособие поможет обучающимся значительно углубить знания в области ведения государственных природных ресурсов в соответствии с действующим законодательством Российской Федерации и расширить представления о природных ресурсах Республики Башкортостан. Эти знания позволят выпускникам свободно оперировать информацией и формировать ее с учетом поставленных задач для оптимизации природопользования и охраны окружающей среды.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Земельный кодекс Российской Федерации от 25.10.2001 № 136-ФЗ (ред. от 16.02.2022) // http://www.consultant.ru.
2. Водный кодекс Российской Федерации от 03.06.2006 № 74-ФЗ (ред. от 01.04.2022) // http://www.consultant.ru.
3. Лесной кодекс Российской Федерации от 04.12.2006 № 200-ФЗ (ред. от 30.12.2021) // http://www.consultant.ru.
4. Федеральный закон от 14.03.1995 № 33-ФЗ (ред. от 11.06.2021) "Об особо охраняемых природных территориях" // http://www.consultant.ru.
5. Федеральный закон от 24.04.1995 № 52-ФЗ (ред. от 11.06.2021) "О животном мире"// http://www.consultant.ru.
6. Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ (ред. от 26.03.2022) "Об охране окружающей среды" // http://www.consultant.ru.
7. Федеральный закон от 25.06.2002 № 73-ФЗ (ред. от 21.12.2021) "Об объектах культурного наследия (памятниках истории и культуры) народов Российской Федерации" // http://www.consultant.ru.
8. Федеральный закон от 22.07.2005 № 116-ФЗ (ред. от 11.06.2021) "Об особых экономических зонах в Российской Федерации" // http://www.consultant.ru.
9. Федеральный закон от 29.12.2006 № 244-ФЗ (ред. от 02.07.2021) "О государственном регулировании деятельности по организации и проведению азартных игр и о внесении изменений в некоторые законодательные акты Российской Федерации" // http://www.consultant.ru.
10. Федеральный закон от 24.07.2009 № 209-ФЗ (ред. от 11.06.2021) "Об охоте и о сохранении охотничьих ресурсов и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации" // http://www.consultant.ru.
11. Федеральный закон от 03.12.2011 № 392-ФЗ (ред. от 24.04.2020) "О зонах территориального развития в Российской Федерации и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации" // http://www.consultant.ru.
12. Федеральный закон от 29.12.2014 № 473-ФЗ (ред. от 11.06.2021) "О территориях опережающего социально-экономического развития в Российской Федерации" // http://www.consultant.ru.
13. Федеральный закон от 13.07.2015 № 218-ФЗ (ред. от 14.03.2022) "О государственной регистрации недвижимости"// http://www.consultant.ru.
14. Федеральный закон от 03.07.2016 № 237-ФЗ (ред. от 30.12.2021) "О государственной кадастровой оценке" // http://www.consultant.ru.
15. Федеральный закон от 29.07.2017 № 280-ФЗ (ред. от 30.04.2021) "О внесении изменений в отдельные законодательные акты

Российской Федерации в целях устранения противоречий в сведениях государственных реестров и установления принадлежности земельного участка к определенной категории земель" // http://www.consultant.ru.

16. Федеральный закон от 04.02.2021 № 3-ФЗ (ред. от 02.07.2021) "О внесении изменений в лесной кодекс Российской Федерации и отдельные законодательные акты Российской Федерации в части совершенствования правового регулирования лесных отношений" // http://www.consultant.ru.

17. Закон Российской Федерации от 21.02.1992 № 2395-1 (ред. от 01.04.2022) "О недрах"// http://www.consultant.ru.

18. Постановление Правительства Российской Федерации от 28.04.2007 № 253 (ред. от 26.10.2019) "О порядке ведения государственного водного реестра" // http://www.consultant.ru.

19. Постановление Правительства Российской Федерации от 18.04.2014 № 360 "О зонах затопления, подтопления"// Официальный интернет-портал правовой информации http://publication.pravo.gov.ru.

20. Постановление Правительства Российской Федерации от 27.05.2020 №764 "О создании на территориях муниципальных районов Ишимбайский и Стерлитамакский район Республики Башкортостан особой экономической зоны промышленно-производственного типа" // Официальный интернет-портал правовой информации http://publication.pravo.gov.ru.

21. Приказ Министерства природных ресурсов Российской Федерации от 11.12.2006 г. № 278 "Об утверждении классификации запасов и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых" "// http://www.consultant.ru.

22. Приказ Министерства природных ресурсов Российской Федерации от 29.05.2007 г. № 138 (ред. от 18.11.2021) "Об утверждении формы государственного водного реестра"// http://www.consultant.ru.

23. Приказ Министерства Природных ресурсов Российской Федерации от 30 июля 2007 года № 195 "Об утверждении классификации запасов и прогнозных ресурсов питьевых, технических и минеральных подземных вод "// http://www.consultant.ru.

24. Приказ Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 19.03.2012 № 69 "Об утверждении Порядка ведения государственного кадастра особо охраняемых природных территорий" // http://www.consultant.ru.

25. Приказ Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 06.09.2012 года № 265 "Об утверждении порядка постановки запасов полезных ископаемых на государственный баланс и их списания с государственного баланса" // http://www.consultant.ru.

26. Приказ Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 30.10.2013 № 464 "Об утверждении перечня видов информации, содержащейся в государственном лесном реестре, предоставля-

емой в обязательном порядке, и условий ее предоставления" (с изменениями на 27.02.2020 г) // http://www.consultant.ru.

27. Приказ Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 01.11.2013 № 477 "Об утверждении классификации запасов и ресурсов нефти и горючих газов" // http://www.consultant.ru.

28. Приказ Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 29.05.2017 №264 "Об утверждении особенностей охраны в лесах редких и находящихся под угрозой исчезновения деревьев, кустарников, лиан, иных лесных растений, занесенных в Красную книгу Российской Федерации или красные книги субъектов Российской Федерации // http://www.consultant.ru.

29. Приказ Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 27.07.2020 № 491 "Об утверждении Порядка ведения государственного лесного реестра" // http://www.consultant.ru.

30. Приказ Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 30.07.2020 № 542 "Об утверждении типовых договоров аренды лесных участков" // http://www.consultant.ru.

31. Приказ Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 29.10.2020 № 865 "Об утверждении порядка государственного учета и ведения государственного реестра работ по геологическому изучению недр, государственного реестра участков недр, предоставленных в пользование, и лицензий на пользование участками недр" // http://www.consultant.ru.

32. Приказ Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 20.05.2021 № 350 "Об утверждении порядка составления и ведения государственного кадастра месторождений и проявлений полезных ископаемых" // http://www.consultant.ru.

33. Приказ Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 30.06.2021 № 456 "Об утверждении порядка ведения государственного мониторинга и государственного кадастра объектов животного мира"// http://www.consultant.ru.

34. Приказ Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 28.07.2021 №519 "Об установлении порядка ведения, структуры, состава и форм государственного охотхозяйственного реестра, а также порядка сбора и хранения документированной информации, содержащейся в государственном охотхозяйственном реестре, предоставления такой информации заинтересованным лицам, форм обмена такой информацией и о признании утратившими силу приказов Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 06 сентября 2010 г. №345 и от 17 июня 2014 г. №269. // https://ecology.bashkortostan.ru/documents/active/364075/

35. Приказ Министерства экономического развития Российской Федерации от 23.03.2016 г. № 164 "Об утверждении требований к описа-

нию местоположения береговой линии (границы водного объекта)" // http://www.consultant.ru.

36. Приказ Министерства сельского хозяйства Российской Федерации от 02.04.2018 №130 "О вводе в эксплуатацию Единой федеральной информационной системы о землях сельскохозяйственного назначения и землях, используемых или предоставленных для ведения сельского хозяйства в составе земель иных категорий"// http://www.consultant.ru.

37. Приказ Росреестра от 28.12.2015 № П/675 "О кадастровом делении территории Российской Федерации на кадастровые округа, кадастровые районы и кадастровые кварталы" // http://www.consultant.ru.

38. Приказ Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии от 10.11.2020 года № П/0412 "Об утверждении классификатора видов разрешенного использования земельных участков" // http://www.consultant.ru.

39. Распоряжение главы Республики Башкортостан от 30.07.2021 №РГ-222 "Об утверждении лимита добычи охотничьих ресурсов на территории Республики Башкортостан на период с 1 августа 2021 года до 1 августа 2022 года." // https://ecology.bashkortostan.ru/documents/active/364852/

40. Постановление Правительства Республики Башкортостан от 27.12.2016 №552 «Об утверждении результатов государственной кадастровой оценки земель сельскохозяйственного назначения на территории Республики Башкортостан по состоянию на 1 января 2016 года» // https://docs.cntd.ru/document/571012181

41. Приказ Министерства природопользования и экологии Республики Башкортостан от 17.12.2021 года №1226п "О распределении между пользователями квоты добычи (вылова) водных биологических ресурсов применительно к видам квот их добычи (вылова) на 2022 год при осуществлении промышленного рыболовства в Республике Башкортостан" https://ecology.bashkortostan.ru/documents/active/391033/

42. Приказ Министерства земельных и имущественных отношений Республики Башкортостан от 01.11.2018 года № 1371 "Об утверждении результатов государственной кадастровой оценки земельных участков Республики Башкортостан по состоянию на 1 января 2018 года в составе земель отдельных категорий " // https://mzio.bashkortostan.ru/documents/active/146546/

43. Приказ Министерства земельных и имущественных отношений Республики Башкортостан от 18.10.2019 года № 1443 "Об утверждении результатов государственной кадастровой оценки земельных участков Республики Башкортостан в составе земель отдельных категорий по состоянию на 1 января 2019 года" // https://www.bashkortostan.ru/presscenter/news/235544/

44. Приказ Министерства земельных и имущественных отношений Республики Башкортостан от 12.11.2020 года № 1701 "Об утверждении результатов государственной кадастровой оценки отдельных объектов не-

движимости Республики Башкортостан по состоянию на 1 января 2020 года" // https://docs.cntd.ru/document/571012181

45. Анисимов, А. П. Экологическое право России: учебник и практикум для вузов / А. П. Анисимов, А. Я. Рыженков. - Москва : издательство Юрайт, 2021. 422 с.

46. Атлас Республики Башкортостан. – Уфа, 2005 – 420 с.

47. Баянов, М.Г. Каталог животных Башкортостана / М.Г.Баянов, В.А.Книсс, В.Ф.Хабибуллин – Уфа: РИЦ БашГУ, 2015. – 348 с.

48. Биембетов, А.И. Башкирский государственный природный заповедник сегодня // Актуальные вопросы охраны биоразнообразия на заповедных территориях: всероссийская научно-практическая конференция с международным участием. – Уфа, 2020. - С. 218-219.

49. Богатырев, М. А. Классификация природных ресурсов и совершенствование налогообложения в сфере природных ресурсов. Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН – 2009. - №1 (27). – С. 31-38.

50. Государственный доклад о состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2020 году / Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации – Москва, 2021. – 866 с.

51. Государственный доклад о состоянии природных ресурсов и окружающей среды в Республике Башкортостан в 2020 году / Министерство природопользования и экологии Республики Башкортостан. – Уфа, 2021. – 287 с.

52. Государственный (национальный) доклад о состоянии и использовании земель в Республике Башкортостан в 2020 году / Управление Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии по Республике Башкортостан. – Уфа, 2021. – 230 с.

53. Красная книга Республики Башкортостан: в 2 т. Т. 1: Растения и грибы / под ред. д-ра биол. наук В. Б. Мартыненко. 3-е изд., доп. и переработ. Москва: Студия онлайн, 2021. - 392 с.

54. Красная книга Республики Башкортостан в 2 т. Т.2: Животные. – Уфа: Информреклама, 2014. – 244 с.

55. Лесной план Республики Башкортостан. – Уфа, 2018.

56. Лесохозяйственный регламент лесничества "Государственный природный биосферный заповедник "Шульган-Таш" / Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации . – Иргизлы, 2020.

57. Лесохозяйственный регламент лесничества "Национальный парк "Башкирия" / Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации. – Нугуш, 2019

58. Лесохозяйственный регламент лесничества ФГБУ "Южно-Уральский государственный природный заповедник" / Департамент государственной политики и регулирования в сфере охраны окружающей среды, 2017

59. Мильгуй, Т.П. Сокращение запасов природных ресурсов – угроза экономической безопасности страны // Экономика и бизнес: теория и практика. - 2020. - №9-2. – С. 15-18.

60. Каныгина, Е. В. Классификация природных ресурсов / Е. В. Каныгина // Научный вестник МГИИТ. – 2010. – № 2. – С. 56-62.

61. Стишов, М.С. Охраняемые природные территории Российской Федерации и их категории / М.С. Стишов, Н. Дадли - Москва, Всемирный фонд дикой природы (WWF), 2018 г. - 248 с.

62. Уразова А.Ф. Лесной комплекс. Термины, понятия и определения: учебное пособие / А.Ф.Уразова, Э.Ф. Герц. – Екатеринбург: УГЛТУ, 2020 . – 158 с

63. Хабибуллин В.Ф. Видовое разнообразие семейств, отрядов, классов и типов животных Республики Башкортостан / В. Ф. Хабибуллин // Материалы по флоре и фауне Республики Башкортостан. – 2016. - №11. – С. 25-68.

64. Государственный реестр участков недр, предоставленных в пользование, и лицензий на пользование недрами // URL: https://rfgf.ru/reestrlic/ (дата обращения 06.05.2022)

65. Единая федеральная информационная система о землях сельскохозяйственного назначения // URL: http://efis.mcx.ru/landing/ (дата обращения 06.05.2022).

66. Министерство лесного хозяйства Республики Башкортостан. Формы Государственного лесного реестра на 01.01.2021 // URL: https://forest.bashkortostan.ru/documents/active/339990/ (дата обращения 06.05.2022)

67. Публичная кадастровая карта // URL: https://pkk.rosreestr.ru (дата обращения 06.05.2022).

68. Федеральное агентство водных ресурсов Российской Федерации (Росводресурсы) Открытые данные: водохозяйственная обстановка, водные объекты, водопользование // URL: https://gis.favr.ru/opendata (дата обращения 06.05.2022)

Учебное издание

Ирина Римилевна Рахматуллина,
Загир Забирович Рахматуллин,
Исхаков Фанис Фаннурович,
Хамидуллина Гульнара Гизаровна.

КАДАСТРЫ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ

Учебное пособие

МИНПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. М. АКМУЛЛЫ»

Э.М.Галимова
Г.Ф.Галикеева
О.В. Гумерова

ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ

ПО ГЕНЕТИКЕ С ОСНОВАМИ МОЛЕКУЛЯРНОЙ БИОЛОГИИ

Уфа 2022

УДК
ББК
Г

Галимова, Э.М., Галикеева, Г.Ф., Гумерова, О.В. Генетика с основами молекулярной биологии: лабораторный практикум / Э.М.Галимова, Г.Ф.Галикеева, О.В. Гумерова. – Уфа: Изд-во БГПУ, 2022. – 78 с.

Пособие по «Генетике с основами молекулярной биологии» предназначен для студентов направления «Биология».

Лабораторный практикум составлен в соответствии с государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 06.03.01 Биология, рабочей программой дисциплины и предназначена для индивидуальной работы студентов по дисциплине «Общая биология», «Генетика и селекция» и «Молекулярная биология».

Лабораторный практикум является учебным пособием по выполнению лабораторных работ по курсу «Общая биология», «Генетика и селекция», «Молекулярная биология». Разработанная в соответствии с программой курса, она содержит задания, позволяющие закрепить и структурировать теоретический и практический материал, проработанный на аудиторных занятиях.

Рецензенты:
Т.В. Викторова, д-р.мед.н., профессор (БГМУ);
Л.А. Гайсина, д-р. Биол. Н., профессор (БГПУ им.М.Акмуллы).

© Издательство БГПУ, 2022
© Авторы БГПУ, 2022

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Лабораторный практикум по генетике с основами молекулярной биологии составлен на основе требований ФГОС по направлению подготовки 06.03.01 «Биология» и направлена на формирование:

знаний

- общих черт строения и функционирования живых существ; способов размножения организмов, их формах и биологическом значении;
- принципов клеточной организации биологических объектов, биофизических и биохимических основ мембранных процессов и молекулярных механизмов жизнедеятельности;
- законов наследования;
- цитологических законов наследования;
- особенностей наследования признаков, сцепленных с полом;
- фундаментальных принципов регуляции основных молекулярно-генетических процессов: репликации, транскрипции и трансляции;
- о специфичности структуры основных макромолекул (нуклеиновых кислот и белков), их функционирования и взаимосвязи, взаимодействий с клеточными компонентами;
- структуры геномов про- и эукариот, вирусов, фагов;
- о тонкой структуре гена и методах ее изучения;
- принципов и стратегий генетической инженерии, возможностей ее использования в молекулярной биологии;
- механизмов и последствий влияния наследственных факторов, а также влияния алкоголя, наркотиков, никотина и загрязнителей окружающей среды на процесс развития человека и продолжительность его жизни.

умений и навыков

- проведения скрещивания и анализа потомства;
- проведения генетического анализа наследования признаков;
- определения частот аллелей и генотипов в популяции;
- определения основного числа полиплоидного ряда;
- решения ситуационных генетических задач;
- применения знаний принципов клеточной организации биологических объектов, биофизических и биохимических основ, мембранных процессов и молекулярных механизмов жизнедеятельности;
- презентовать полученные результаты: в лабораторных тетрадях, мультимедийно и в виде докладов;
- применения знаний принципов структурной и функциональной организации биологических объектов;

- использования основных физиологических методов анализа и оценки состояния живых систем практическими навыками анализа родословных;
- планирования и постановки скрещиваний и методами анализа результатов скрещивания живых существ;
- работы с микроскопом и микропрепаратами;
- приготовления временных препаратов для световой микроскопии;
- методологии генетического анализа и проведения генетических исследований с любым объектом;
- использования экспериментальных моделей на молекулярном, клеточном и субклеточном уровне;
- лабораторной работы с молекулярно-биологическими объектами;
- анализа и демонстрации полученных данных.

Лабораторный практикум предназначен для студентов направления 06.03.01 «Биология» всех профилей подготовки и преследует цель помочь студентам систематизировать учебный материал, выработать четкость и ясность изложения. Практикум содержит в себе задания, выполнение которых способствует систематическому и более глубокому усвоению материала.

ОГЛАВЛЕНИЕ

I. ЦИТОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ НАСЛЕДСТВЕННОСТИ	6
Лабораторная работа № 1. Митоз в клетках корешка лука	6
Лабораторная работа №2. Приготовление временных препаратов политенных хромосом из слюнных желез комара-звонца *Chironomidae*	9
Лабораторная работа №3. Изучение мейоза в пыльниках цветковых растений	11
II. ДНК КАК НОСИТЕЛЬ НАСЛЕДСТВЕННОЙ ИНФОРМАЦИИ	13
Лабораторная работа №4. Моделирование структуры ДНК	14
Лабораторная работа №5. Ознакомление с основными приборами и оборудованием	15
Лабораторная работа №6. Выделение ДНК из биологического материала	20
Лабораторная работа №7. Определение концентрации и качества препаратов нуклеиновых кислот	23
Лабораторная работа№8. Постановка полимеразной цепной реакции	24
Лабораторная работа №9. Анализ ДНК методом электрофореза в агарозном геле	26
Лабораторная работа № 10. Матричные процессы в клетке	28
III. МЕНДЕЛЕВСКИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ НАСЛЕДОВАНИЯ ПРИЗНАКОВ	31
Лабораторная работа №11. Моногибридное скрещивание узамбарской фиалки	33
Лабораторная работа №12. Статистический характер расщепления. Метод χ^2	35
Лабораторная работа №13. Дрозофила как объект генетических исследований. Моногибридное скрещивание у Drosophila melanogaste	39
IV. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ НЕАЛЛЕЛЬНЫХ ГЕНОВ	43
Лабораторная работа №14. Физиолого-генетические аспекты проявления антоциановых окрасок у растений	47
V. ЗАКОНОМЕРНОСТИ СЦЕПЛЕННОГО НАСЛЕДОВАНИЯ ПРИЗНАКОВ	49
Лабораторная работа №15. Изучение механизма кроссинговера	49
VI. СЦЕПЛЕННОЕ С ПОЛОМ НАСЛЕДОВАНИЕ ПРИЗНАКОВ	51
Лабораторная работа №16. Наследование мутации «белые глаза» у Drosophila melanogaster	52
Лабораторная работа №17. Определение полового Х-хроматина	55
VII. ИЗМЕНЧИВОСТЬ И ЕЁ ТИПЫ	57
Лабораторная работа №18. Анализ генных мутаций по типу множественного аллелизма	58
Лабораторная работа №19. Модификационная изменчивость	62
Лабораторная работа №20. Генетическая детерминация признаков человека	67
Техника безопасности при работе в лаборатории	76
Меры первой помощи при несчастных случаях в лаборатории	77

РАЗДЕЛ I. ЦИТОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ НАСЛЕДСТВЕННОСТИ

Клеточное деление относится к числу важнейших биологических процессов, так как с ним связана передача наследственной информации. Преемственность организмов в ряду поколений обеспечивается за счет явления ***наследственности*** как способности организмов воспроизводить себе подобных и осуществляется в процессе их размножения.

В природе известны два способа размножения: бесполое, когда две новых клетки образуются из одной исходной соматической клетки, и половое, при котором две половые клетки соединяются и дают начало новому организму. Кроме того, известно также вегетативное размножение, принципиально не отличающееся от бесполого, поскольку в его основе также лежит деление соматических клеток. В этом случае новый организм развивается из группы специализированных клеток (усы, клубни, луковицы, корневища и т.д.).

При всех способах размножения связующим звеном двух поколений является клетка.

Лабораторная работа №1
Тема: Митоз в меристематической ткани корня лука

В основе бесполого и вегетативного деления организмов лежит процесс ***митоза*** – непрямого деления клетки, в результате которого из одной исходной материнской клетки образуются две дочерние, полностью идентичные материнской. С генетической точки зрения митоз играет важную роль, так как при этом происходит точное распределение генетической информации между дочерними клетками, что обеспечивает наследственную преемственность организмов и сохранение постоянства вида.

Митоз включает в себя четыре этапа – фазы митоза, которые универсальны для всех меристематических клеток: профаза, метафаза, анафаза и телофаза. Эти фазы митоза совместно с интерфазой (период от одного деления до другого) составляют ***митотический цикл***.

Самая продолжительная часть митотического цикла – интерфаза, поскольку в это время клетка проходит сложную и длительную биохимическую подготовку к делению. В интерфазе различают три периода: ***предсинтетический G_1*** (ростовые процессы, интенсивное накопление различных веществ и энергии), ***синтетический S*** (синтез ДНК, количество ДНК в клетке удваивается), ***постсинтетический G_2*** (продолжение синтеза РНК и других веществ, накопление энергии для последующего митоза).

Затем клетка приступает непосредственно к митотическому делению. В ***профазе*** ядро увеличивается и становятся отчетливо видны хромосомные

нити. Каждая хромосома после дупликации ДНК в интерфазе состоит их двух сестринских хроматид, соединенных общим участком – центромерой. В клетке формируется специальный аппарат деления – ахроматиновое веретено. Исчезает оболочка ядра и ядрышка, кариоплазма и цитоплазма смешиваются. Начинается ***метакинез*** – движение хромосом в экваториальную площадь за счет нитей веретена деления, прикрепленных к центромерным участкам. Клетка вступает в стадию ***метафазы***. На этой стадии хромосомы имеют самую малую длину и максимальную толщину и лежат в одной плоскости, образую ***экваториальную*** или ***метафазную пластинку***. Каждая хромосома, будучи перпендикулярно прикрепленной к ахроматиновому веретену, состоит из двух сильно спирализованных и параллельно расположенных хроматид. Следующая фаза митоза – ***анафаза*** – начинается с разделения центромерного участка, благодаря чему хромосома делится на две хроматиды. Сестринские хроматиды расходятся к противоположным полюсам клетки. В конце анафазы у каждого полюса бывает столько хромосом, сколько их было в клетке в профазе. В ***телофазе*** происходят те же процессы, что и в профазе, но в обратном порядке. Хромосомы на каждом полюсе испытывают деспирализацию, ахроматиновое веретено разрушается, восстанавливается ядерная оболочка и появляются ядрышки, происходит ***цитокенез*** (разделение цитоплазмы на две равные части).

После завершения митотического цикла клетки переходят в следующий цикл или в состояние покоя. Если новый митотический цикл начинается сразу после окончания предыдущего, то он совпадает с жизненным (клеточным) циклом.

Теоретические вопросы

1. Клеточный цикл.
2. Фазы митотического цикла.
3. Фазы митоза и их характеристика.
4. Биологическое значение митоза.
5. Генетическое значение митоза.
6. Митоз как способ образования гамет.

Цель работы: на самостоятельно приготовленном препарате корешка лука убедиться в наличии фаз митотического деления. Изучить поведение хромосом на всех фазах клеточного цикла

Задачи:

1. Освоить технику приготовления микропрепаратов для изучения митоза у растительных объектов.
2. Рассмотреть спирализацию и деспирализацию хромосом в клеточном цикле.

3. Определить митотическую активность растительной ткани и продолжительность отдельных фаз митотического цикла.

Оборудование: микроскопы, препаровальные иглы, скальпель, спиртовка, предметные и покровные стекла, фильтровальная бумага, спички, таблица «Митоз», репчатый лук.

Реактивы: ледяная уксусная кислота, 70% спирт, раствор соляной кислоты, краситель (ацетолакармин, ацетоорсеин, реактив Фельгена, метиленовый синий), уксусно-спиртовый фиксатор.

Ход работы:

1. Проращивание корешков лука.
2. **Фиксирование корешков лука** (необходимо провести накануне лабораторной работы). Отрежьте скальпелем самые кончики корешков лука длиной 0,5-0,7 см. Поместите отрезанные корешки в фиксатор (ледяная уксусная кислота и спирт в соотношении 1:3). Поставьте их в темное место на 24 часа.
3. **Окрашивание корешков лука.** Красителем клеток корешков лука могут служить ацетокармин, ацетоорсеин или метиленовый синий. Для приготовления ацетоорсеина в 45 мл ледяной уксусной кислоты, доведенной до кипения, добавляют 1г орсеина. Раствор необходимо охладить и добавить к нему 55 мл дистиллированной воды. Затем положите один корешок на предметное стекло и нанесите на него 2-3 капли красителя. Слегка подогрейте препарат с красителем над спиртовкой. Повторите 2-3 раза. Для этого капните 2-3 капли с одной стороны и оттяните воду с красителем фильтровальной бумагой с другой стороны препарата.
4. **Приготовление микропрепарата.** Кончик корешка лука окрашен темнее, чем вся остальная часть. Отрежьте скальпелем этот кончик и положите на предметное стекло. Осторожно накройте покровным стеклом. Тупым концом препаровальной иглы сделайте с небольшим нажимом круговые движения по покровному стеклу над кончиком корешка. Препарат, приготовленный таким образом, называется давленным.
5. **Изучение фаз митоза**. Установите препарат под микроскопом. Найдите делящиеся клетки на разных стадиях митоза. Крупно зарисуйте контуры клеток и затем расположите в них наблюдаемые структуры.

Интерфаза. Ядро в клетке округлое, с четкими границами. В нем видно одно или два ядрышка. Хроматин в виде глыбок заполняет кариоплазму.

Профаза. Ядро заметно увеличивается, в нем исчезают ядрышки. В кариоплазме наблюдается как бы клубок, составленный из тонких нитей – хромосом. В конце профазы оболочка разрушается и хромосомы выходят в цитоплазму.

Метафаза. Хромосомы заметно укорачиваются и утолщаются, приобретая вид сильно изогнутых палочковидных структур. Постарайтесь найти клетку, в которой хромосомы располагаются в экваториальной плоскости, образуя звезду.

Анафаза. Сестринские хромосомы перемещаются к полюсам, поэтому в клетке можно увидеть фигуры, напоминающие две звезды. Обратите внимание, что хромосомы имеют вид шпильки. Центромеры направлены к полюсам, а плечи расходятся под углом друг к другу.

Телофаза. У противоположных полюсов клетки видны рыхлые клубки из частично деспирализованных хромосом. В центре клетки начинает формироваться перегородка, которая постепенно делит материнскую клетку на две дочерних.

6. Зарисуйте клетки на различных стадиях митоза и в интерфаза. На рисунке должны быть обозначены: ядро, цитоплазма, хроматин (интерфаза); хромосомы (профаза); материнская звезда (метафаза); дочерние звезды (анафаза); ядра дочерних клеток (телофаза).

7. **Определение частоты митотического индекса.** Определите общее число клеток, находящееся в поле зрения. Определите среди этих клеток число клеток, находящихся на любой стадии митоза (профаза, метафаза, анафаза, телофаза). Рассчитайте частоту митотического индекса по формуле:

$$M=[m/N]x100\%,$$

где M – частота митотического индекса; m – число клеток, делящихся митозом; N – общее число клеток.

8. Таким же образом определить профазный и метафазный индексы.
9. Сформулируйте и запишите общие выводы по лабораторной работе.

Литература:

1. Мандель, Б. Р. Основы современной генетики: учебное пособие для учащихся высших учебных заведений (бакалавриат) / Б. Р. Мандель. – Москва; Берлин: Директ-Медиа, 2016. – 334 с.
2. Ченцов, Ю. С. Введение в клеточную биологию: [учеб. для студентов ун-тов] / Ю. С. Ченцов. - Изд. 4-е; перераб. и доп., стер. - Москва: Альянс, 2015.

Лабораторная работа №2
Тема: Приготовление временных препаратов политенных хромосом из слюнных желез комара-звонца (*Chironomidae*)

Теоретические вопросы

1. Гигантские хромосомы.
2. Механизм образования гигантских хромосом.
3. Биологическая роль политении.

Цель работы: самостоятельно приготовить препарат политенных хромосом слюнных желез комара-звонца, убедиться в наличии гигантских хромосом.

Задачи:

1. Освоить технику приготовления микропрепаратов для изучения политении у животных объектов.
2. Рассмотреть гигантские хромосомы в слюнных железах.
3. Определить морфологию политенных хромосом и связать с их функциональным значением для насекомых.

Оборудование и материалы: бинокуляр, микроскоп, спиртовка, ванночка, предметные и покровные стекла, пинцет, лезвие, иглы препаровальные, лезвие, вата.

Реактивы: 2% ацетокармин, 96% этиловый спирт.

Ход работы:

1. Предметные стекла обезжирить смоченным в этиловом спирте ватным тампоном
2. Предметное стекло поместить под бинокуляр и зафиксировать зажимами
3. На сухое обезжиренное стекло поместить личинку комара звонца
4. Под бинокуляром определить положение головы и хвоста. Найти 2-й и 3-й сегменты со стороны головы
5. Придерживая голову пинцетом, сделать с помощью лезвия надрез между 2-м и 3-м сегментами и сразу же отделить переднюю часть от остального тела
6. Препаровальной иглой аккуратно извлечь слюнную железу. Слюнные железы комара-звонца представляют собой парные образования, похожие на виноградную гроздь, расположенные по обе стороны пищевода
7. Удаляем части тела с предметного стекла. На стекле оставить слюнные железы в собственной гемолимфе
8. Проверить целостность слюнной железы под микроскопом при 4-кратном увеличении. На препарате хорошо видны секреторные клетки с ядрами.
9. Провести окрашивание и фиксацию препарата:

9.1. на предметное стекло с слюнной железой капнуть 5-7 капель 2% ацетокармина

9.2. нагревать препарат на пламени спиртовки в течении 2-х минут, не допуская перегревания и высыхания красителя

10. Накрыть препарат сухим покровным стеклом так, чтобы не занести пузырьков воздуха. Поверх стекла положить фильтровальную бумагу и слегка надавить пальцем
11. Рассмотреть и зарисовать окрашенный препарат под микроскопом при 4-кратном увеличении объектива. На препарате хорошо видны секреторные клетки с ядрами. Зарисовать общий вид слюнной железы комара-звонца
12. Перевести микроскоп на 10-кратное увеличение объектива, рассмотреть и зарисовать ядра секреторных клеток слюнной железы
13. Перевести микроскоп на 40-кратное увеличение объектива, рассмотреть и зарисовать в ядрах ленточки политенных хромосом с эухроматиновыми и гетерохроматиновыми районами
14. Сделать выводы по лабораторной работе

Литература:

1. Мандель, Б. Р. Основы современной генетики: учебное пособие для учащихся высших учебных заведений (бакалавриат) / Б. Р. Мандель. – Москва; Берлин: Директ-Медиа, 2016. – 334 с.

2. Ченцов, Ю. С. Введение в клеточную биологию: [учеб. для студентов ун-тов] / Ю. С. Ченцов. - Изд. 4-е; перераб. и доп., стер. - Москва: Альянс, 2015.

Лабораторная работа №3
Тема: Изучение мейоза в пыльниках цветковых растений

Большинство высших растений размножается половым путем. Половое размножение связано с образованием гаплоидных клеток и с последующим слиянием мужских и женских гамет. Для образования гаплоидных клеток существует механизм, при помощи которого число хромосом уменьшается вдвое, т.е. клетка из диплоидного состояние переходит в гаплоидное. Этот механизм осуществляется во время особого деления – ***мейоза***. Его определяют как специальный тип деления дифференцирующихся половых клеток или спор.

Мейоз состоит из двух последующих делений: ***редукционого*** (уменьшительного) и ***эквационного*** (уравнительного). Они неравноценны, хотя и имеют одинаковые фазы: профазу, метафазу, анафазу и телофазу. В ходе этих делений из одной диплоидной клетки образуется четыре гаплоидные клетки, а хромосомы удваиваются только один раз. В сравнении с митозом мейоз имеет ряд отличительных особенностей. Одна из них заключается в том, что 99,7% ДНК синтезируется в предмейотической интерфазе (в результате чего каждая хромосома становится дихроматидной), а остальное её количество образуется в профазе редукционного деления мейоза – профазе I. В эту же фазу мейоза происходит конъюгация (временное сближение) гомологичных хромосом, приводящая к образованию гомологичных пар хромосом – бивалентов. В анафазу I, таким образом, к полюсам клетки расходятся члены каждой пары гомологичных хромосом. На каждом полюсе оказывается по одному гомологу от пары, а в совокупности – гаплоидное число дихроматидных хромосом. Процесс расхождения каждой пары хромосом протекает независимо от других, что создает возможность различной комбинации хромосом исходной диплоидной клетки в гаметах.

В профазе первого мейотического деления происходит ещё один важный процесс – ***кроссинговер*** – обмен гомологичными участками несестринских хроматид гомологичных хромосом. Кроссинговер приводит к существенному изменению их генного состава, в результате чего хроматиды оказываются комбинированными, что создает возможность наследственного варьирования в потомстве.

Таким образом, благодаря мейозу клетки переходят с диплоидного уровня на гаплоидный и, кроме того, обеспечивается наследственная

вариабельность гамет за счет различных комбинаций хромосом, а также процесса кроссинговера.

Цель работы: изучить фазы и стадии мейоза во время формирования половых клеток у растений.

Задачи:

1. Очертить круг объектов, наиболее удобных для изучения мейоза.
2. Научиться готовить временные микропрепараты для наблюдения мейотического деления.
3. Идентифицировать с использованием таблиц (инструктивных карточек, фотографий) 2-3 фазы мейоза.
4. Сравнить редукционное и эквационное деление мейоза с митозом.

Биологический материал: зафиксированные уксусным алкоголем (время фиксации 10-12 ч) бутончики лилейника, лука, люпина, традесканции, хранившиеся в 70 % спирте.

Оборудование: микроскопы, препаровальные иглы, предметные и покровные стекла, пипетки, полоски фильтровальной бумаги, спички, пинцеты, фарфоровые чашечки для раздачи растительных объектов, чашки Петри.

Реактивы: краситель (ацетокармин).

Ход работы:

1. Возьмите бутон, с помощью препаровальной иглы и пинцеты вычлените из него пыльник длиной около 2 мм.
2. Поместите пыльник в центр предметного стекла и тщательно измельчите до порошкообразного состояния кончиком препаровальной иглы.
3. На измельченный пыльник капните 2-3 капли красителя и для предотвращения испарения красителя закрыть препарат чашкой Петри.
4. Окрашивать 8-10 минут.
5. Накрыть объект покровным стеклом. Для однослойного расположения клеток археспория следует осторожно надавить на покровное стекло концом спички.
6. Излишки красителя удалить полоской фильтровальной бумаги. Ни в коем случае нельзя вытягивать краситель из-под покровного стекла.
7. Поместить готовый микропрепарат под бинокуляр микроскопа.
8. Пользуясь инструктивной карточкой стадий мейоза в пыльниках лука, найти несколько фаз деления на своих микропрепаратах. Зарисовать в тетрадях, дополнив подписями.
9. Заполнить таблицу 3 «Отличие фаз редукционного деления мейоза от фаз мейоза».

Таблица 3

Отличие фаз редукционного деления мейоза от фаз мейоза

Фаза митоза	Событие	Фаза мейоза I	Событие
Профаза		Профаза I	
Метафаза		Метафаза I	
Анафаза		Анафаза I	
Телофаза		Телофаза I	

Литература:

1. Мандель, Б. Р. Основы современной генетики: учебное пособие для учащихся высших учебных заведений (бакалавриат) / Б. Р. Мандель. – Москва; Берлин: Директ-Медиа, 2016. – 334 с.
2. Ченцов, Ю. С. Введение в клеточную биологию: [учеб. для студентов ун-тов] / Ю. С. Ченцов. - Изд. 4-е; перераб. и доп., стер. - Москва: Альянс, 2015.

РАЗДЕЛ II. ДНК КАК НОСИТЕЛЬ НАСЛЕДСТВЕННОЙ ИНФОРМАЦИИ

Открытие нуклеиновых кислот связано с именем Фридриха Мишера, который выделил ядра из гнойных клеток, и показал, что в материале ядер содержится необычное соединение, которое он назвал "нуклеином", известное теперь как нуклеиновая кислота. Дальнейшие исследования показали, что одним из лучших источников нуклеиновой кислоты оказались вилочковая железа (тимус) и дрожжи. Продуктами гидролиза тимонуклеиновой кислоты являются азотистые основания: аденин, гуанин, тимин и цитозин, сахар D-дезоксирибоза и фосфорная кислота. Позднее тимонуклеиновую кислоту стали называть дезоксирибонуклеиновой кислотой, или ДНК.

Молекулы ДНК представляют собой биополимер, мономером которого является нуклеотид. В состав отдельного нуклеотида входит одно из четырех азотистых оснований – аденин, гуанин, тимин или цитозин, – пятиуглеродный сахар дезоксирибоза и остаток фосфорной кислоты. Два азотистых основания – аденин и гуанин – относятся к классу пуринов, а два других – тимин и цитозин – к пиримидинам.

Азотистое основание при помощи гликозидной связи присоединяется к первому углеродному атому дезоксирибозы. Соединения, включающие азотистое основание и сахар пентозу, называются нуклеозидами. Нуклеозиды, содержащие сахар дезоксирибозу, носят название дезоксиаденозин, дезоксигуанозин, дезоксицитидин и тимидин.

Остаток фосфорной кислоты эфирной связью присоединяется либо к третьему, либо к пятому углеродному атому дезоксирибозы. Нуклеозид с присоединенным остатком фосфорной кислоты будет называться нуклеотидом.

Лабораторная работа №4
Тема: Моделирование структуры ДНК

Цель работы: провести моделирование структуры ДНК с целью закрепления знаний о строении нуклеотидов, строении нуклеиновых кислот и процессе образования водородной связи.

Задачи:

1. Опираясь на схему 1 и 2 с помощью пластилина смоделировать цепочку ДНК, состоящую из 4 нуклеотидов тщательно прописывая каждый атом, причем разные атомы необходимо отмечать разными цветами

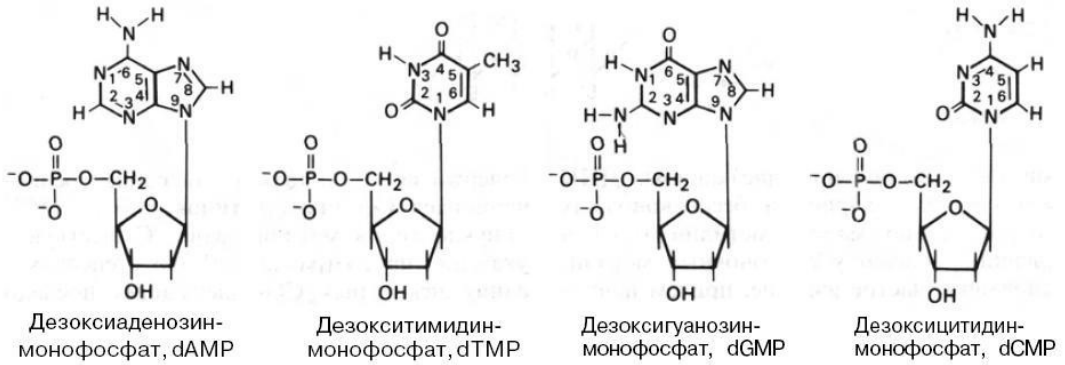


Схема 1. Строение нуклеотидов

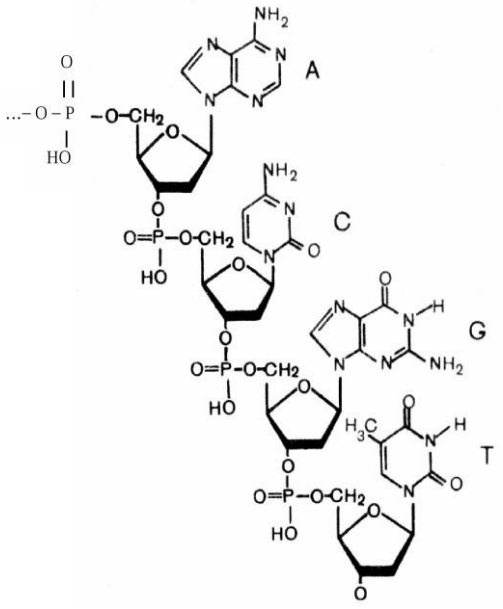


Схема 2. Строение одноцепочечной молекулы ДНК

2. Опираясь на схему 3 с помощью пластилина смоделировать комплементарную цепочку ДНК, обозначив водородные связи прерывистыми линиями.

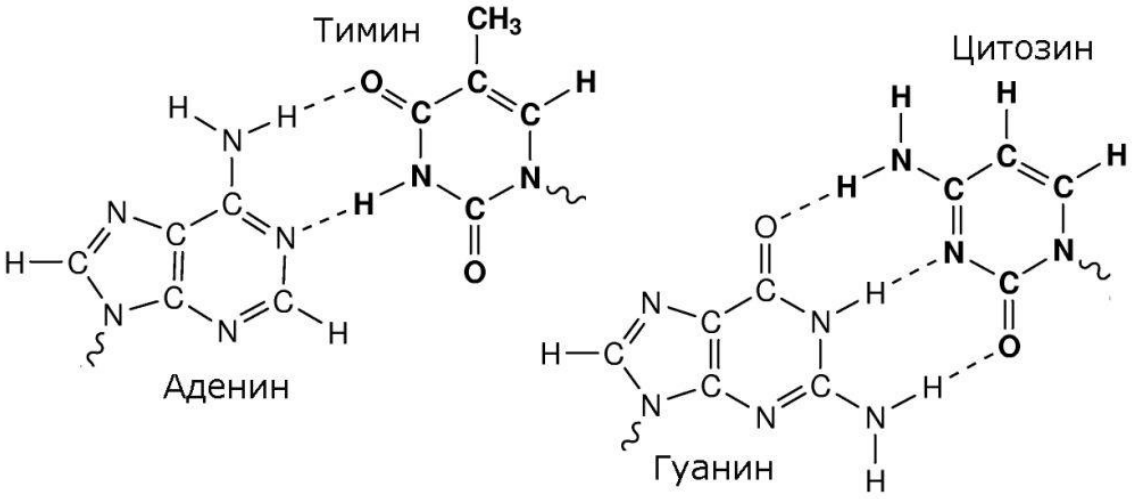


Схема 3. Образование водородной связи между азотистыми основаниями

Задание на СРС:
1) На фрагменте одной нити ДНК нуклеотиды расположены в последовательности:
А–Г–Г–Ц–Ц–Ц–А–Ц–Г–Т–Т–Т
Постройте комплементарную цепочку ДНК
2) Постройте первичную структуру фрагмента ДНК из предыдущего задания.

Литература:
1. Мандель, Б. Р. Основы современной генетики: учебное пособие для учащихся высших учебных заведений (бакалавриат) / Б. Р. Мандель. – Москва; Берлин: Директ-Медиа, 2016. – 334 с.
2. Молекулярная биология: учебное пособие / О. В. Кригер, С. А. Сухих, О. О. Бабич [и др.]. — Кемерово: КемГУ, 2017. — 93 с.

Лабораторная работа № 5
Тема: Ознакомление с основными приборами и оборудованием

Цель: ознакомиться с основными приборами и оборудованием необходимых для проведения лабораторных работ
Задачи: Используя ниже представленные данные сделайте запись в тетради о целевом назначении каждого прибора, особенностях работы с ним и технике безопасности.

Термоциклер (ДНК-амплификатор, программируемый термостат)

Предназначен для проведения полимеразной цепной реакции (ПЦР) и других термоциклических процессов.

Прибор имеет встроенный микрокомпьютер и может программироваться на поддержание определенной температуры в течении заданного времени, переход к другому температурному шагу и повторение температурных циклов необходимое число раз. Программное обеспечение позволяет контролировать состояние прибора, регистрировать процесс амплификации в реальном времени, сохранять и редактировать рабочие программы управления термоциклическими процессами.

Меры безопасности:

1. Перекрывать вентиляционные отверстия;
2. Прикасаться к термоблоку (во избежание ожогов).

Термостат твердотельный

Предназначен для термостатирования микропробирок

Прибор относится к термостатам, в котором рабочий нагревательный модуль выполнен из металла и имеет отверстия для установки микропробирок определенного размера и формы чаще всего 0,5 мл и 1,5 мл и обеспечивает термостатирование в диапазоне температур: от комнатной (или ниже комнатной при наличии функции охлаждения_ до 99-120°С.

Меры безопасности: не дотрагиваться до нагревательного модуля (во избежание ожогов).

Камера для горизонтального электрофореза

Предназначен для разделения молекул нуклеиновых кислот, белков и их фрагментов в **агарозном геле** в постоянном электрическом поле.

В комплект входят: кювета для заливки геля, аппликаторы (гребенки) для формирования лунок в геле. Имеет встроенные электроды и клеммы для подключения к источнику постоянного тока.

Меры безопасности:

1. В кювету для заливки геля нельзя наливать горячий расплав агарозы, во избежание ее деформации.
2. При проведении электрофореза нельзя открывать крышку камеры без предварительного отключения от источника тока.

Камера для вертикального электрофореза

Предназначен для разделения молекул нуклеиновых кислот, белков и их фрагментов в полиакриламидном геле в постоянном электрическом поле.

Электрофорез в полиакриламидном геле имеет большую разрешающую способность по сравнению с агарозным и позволяет различать молекулы ДНК разных размеров с точностью до одного нуклеотида.

В комплект входят специальные камеры различающиеся по:
-количеству гелей (от 1 до 12),
-по размеру геля (от 7 до 20 см),
-по толщине геля (0,75; 1,0; 1,5 мм),
-по количеству образцов на гель (от 1 до 120),
-по требованию к объему буфера (от 200 до 6000 мл).

Подбор нужной камеры следует проводить, исходя из указанных характеристик. Есть модели как со встроенной охлаждаемой ячейкой (теплообменником), так и с возможностью охлаждения в качестве опции. В некоторых моделях с помощью специального модуля возможно выполнение блоттинга в этой же камере. Также есть модели, рассчитанные на загрузку 2-х кассет с гелем одновременно, каждый отсек изолирован друг от друга, и как следствие, тратится меньшее количество буфера. Имеются и многокамерные модели для постановки одновременно до 12 гелей.

Меры безопасности: при проведении электрофореза нельзя открывать крышку камеры без предварительного отключения от источника тока.

Источник постоянного тока

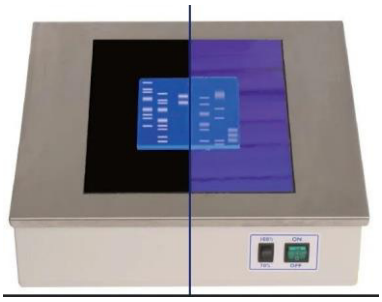
Предназначен для подачи электрического тока к прибору для электрофореза.

Прибор регулируется в режиме стабилизации напряжения, тока или мощности независимо от изменения сопротивления нагрузки. Как правило, имеет сигнализацию о перегрузке.

Меры безопасности: не включать без нагрузки.

Трансиллюминатор

Предназначен для подсветки геля после электрофореза светом определенного спектра и визуализации фрагментов нуклеиновых кислот и белков.



Конструкция прибора обеспечивает равномерную освещенность, а чрезвычайно малый прогрев светофильтра позволяет достаточно долго рассматривать гель, не опасаясь «расплывания» зон. Прибор имеет настроенный таймер, комплектуется кабинетом для непосредственного наблюдения гелей с защитным экраном.

Меры безопасности:

1. После просмотра геля светофильтр трансиллюминатора необходимо досуха протирать мягкой салфеткой;
2. Запрещено рассматривать гель с открытой крышкой трансиллюминатора (можно получить ожог сетчатки глаза).

Гель-документирующая видеосистема

Предназначена для получения цифрового изображения гелей, их первичной обработки и хранения в памяти ПК.

Система снабжена цифровой фото-видеокамерой, позволяющей наблюдать гель через ПО на мониторе ПК и делать его цифровые фотографические изображения. В первую очередь применяется для визуализации фрагментов ДНК в ультрафиолетовом свете, небезопасном для глаз.

Меры безопасности: при работе с видеосистемой необходимо следить за правильностью ее подключения, не допускать загрязнения светофильтра и объектива

Микроцентрифуга – вортекс

Предназначена для встряхивания, перемешивания и центрифугирования микропробирок (0,5-2,0 мл) на небольших скоростях вращения ротора (до 2 тыс. об/мин).

Устройство представляет собой центрифугу для малых объемов жидкости с функцией встряхивания.

Меры безопасности:

1. Включать прибор только при уравновешенном роторе;
2. Нельзя прикасаться к ротору вовремя центрифугирования.

Высокоскоростная микроцентрифуга

Предназначена для центрифугирования микропробирок (0,5-2,0 мл) на больших скоростях (до 15-20 тыс. об/мин и выше).

Устройство представляет собой центрифугу для малых объемов жидкости. Скорость вращения регулируется плавно, имеется встроенный таймер, часто снабжена функцией охлаждения и регулировкой плавности разгона и торможения ротора.

Меры безопасности: включать прибор только при уравновешенном роторе и закрытой крышке центрифуги.

Автоматические дозаторы переменного объема

Предназначены для отбора и внесения необходимых объемов жидкости.

Дозаторы (автоматические пипетки) позволяют с высокой точностью отбирать и вносить объемы различных жидкостей при использовании одноразовых наконечников соответствующего объема, снабжены механизмом сбрасывания отработанного наконечника.

Использовать только в пределах объема, указанных на корпусе дозатора, и с предназначенными для него наконечниками.

Лабораторная работа №6
Тема: Выделение ДНК из биологического материала

Нуклеопротеидами богаты печень, селезенка, поджелудочная железа, почки, дрожжи. Они растворяются в разбавленных растворах щелочей и выпадают в осадок при подкислении раствора. Дезоксинуклеопротеид хорошо растворяется также в соляных растворах.

Наличие ДНК определяют по цветным реакциям, характерным для дезоксирибозы. Часто применяется реакция с дифениламином, который при взаимодействии с ДНК образует соединение синего цвета.

Цель работы: провести гидролиз дезоксинуклеопротеида и освоить качественные реакции определения продуктов гидролиза.

Задачи:

1. Изучить основные этапы выделения дезоксирибонуклеиновой кислоты ДНК из биологического материала.
2. Освоить методику выделения ДНК из клеток печени и селезенки.
3. Освоить методику выделения ДНК из банана.
4. Провести сравнительный анализ изученных методик.

Биологический материал: 2-2,5 грамма печени или селезенки, банан.

Оборудование: стеклянные пробирки, центрифужные пробирки, центрифуга, мерный цилиндр, нож, ступка, пестик, стеклянная палочка, фильтровальная бумага, плитка, медицинский шприц.

Реактивы: 5% -ный раствор хлористого натрия, 0.4% - ный раствор гидроксида натрия, стеклянный порошок (можно использовать мелкий песок), дистиллированная вода, дифениламиновый реактив (1 г. дифениламина растворяют в 100 мл ледяной уксусной кислоты и добавляют 2.75 мл концентрированной серной кислоты), поваренная соль, шампунь, охлажденный этанол.

Ход работы:

1.Разобрать с использованием рис. 4 основные этапы выделения ДНК методом фенольно-хлороформной экстракции. Зарисовать схему, проанализировать и записать каждый этап.

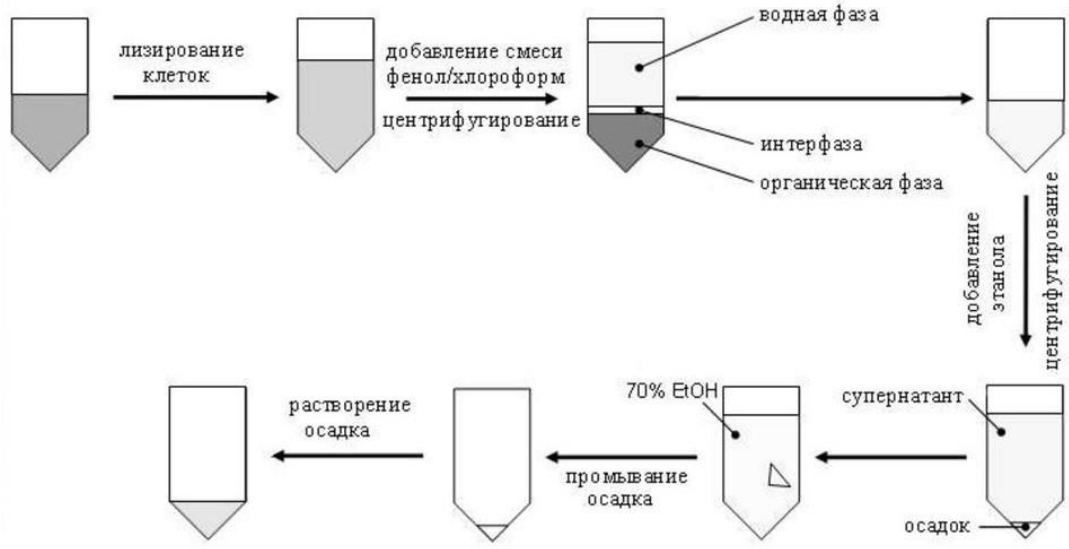


Рис.4 Схема выделения ДНК методом фенольно-хлороформной экстракции

2.Выделение ДНК из печени или селезенки (проводится лабораторно).

2.1. 2-2,5 грамма печени или селезенки разрезают на маленькие кусочки и растирают в ступке с 5% -ным раствором хлористого натрия, добавив немного стеклянного порошка. Раствор соли добавляют небольшими порциями по 10-15 мл. Всего расходуют около 80 мл.

2.2. Растирают массу в течение 10-15 минут до получения гомогенной массы.

2.3. Содержимое ступки разливают в центрифужные пробирки и центрифугируют 10-15 минут при 2500 оборотов в минуту.
2.4. Центрифугат сливают в мерный цилиндр, стараясь не затронуть осадок, и измеряют его объем.
В стакан наливают дистиллированную воду (объём воды должен быть в 6 раз больше объема центрифугата). Затем, медленно помешивая стеклянной палочкой, вливают в воду центрифугат. Дезоксинуклеопротеиды (ДНП) выпадают в виде нитей, которые наматываются на палочку. Выделенные ДНП осторожно вынимают вместе с палочкой, переносят в чистую пробирку и растворяют в 1-2 мл 0,4% -ного раствора гидроксида натрия.
ПРИМЕЧАНИЕ. Если нити ДНП не образовались, а выделился хлопьевидный осадок, то ему дают отстояться, после чего большую часть жидкости из стакана осторожно сливают, оставшуюся часть центрифугируют.
3.Выделение ДНК из банана (проводится самостоятельно).
3.1.Небольшой кусочек банана растолочь в ступке до получения гомогенной массы.
3.2.Добавить в ступку соль на кончике ножа (буфер) и детергент (шампунь). В данном случае буфер осаждает ДНК, а детергент (шампунь) растворяет липидные мембраны, в том числе и ядерные, что дает возможность ДНК перейти в раствор.
3.3.Раствор хорошо перемешать и отфильтровать через 2-х слойный фильтр.
3.4.В чистую пробирку перенести 1 мл фильтрата и мл дистиллированной воды. Тщательно перемешать.
3.5.По стеночке пробирки осторожно влить охлажденный этанол так, что бы спирт собрался шаром на поверхности смеси.
3.6.Дать смеси отстаяться 2-3 мин., после этого можно наблюдать, как на границе двух сред образовалась белая масса в виде кольца. Спирт осаждает ДНК, но она не растворяется в этаноле и поэтому в виде кольца плавает на поверхности.
3.7.Осторожно поддеть кольцо ДНК и вытянуть из пробирки.
4. Проведение качественной реакции на ДНК.
1.1.К 10 каплям раствора ДНП добавить 20 капель дифениламинового реактива (дифениламин, растворенный в ледяной уксусной кислоте с добавлением концентрированной серной кислоты) и перемешать.
4.3. Нагревать раствор в течение 5-10 минут на кипящей водяной бане. В случае наличия в растворе ДНК раствор должен окраситься в синий цвет, обусловленный реакцией дифениламина с дезоксирибозой.
5. Проанализировать и записать результаты лабораторной работы. Зарисовать цвет растворов после проведения качественной реакции. Сформулировать выводы о качестве полученного дезоксинуклеопротеида.

Задание на СРС:

1. Пользуясь приведенной методикой, выделить ДНК из банана.
2. Провести с полученным осадком качественную реакцию на ДНК.

Литература:

1. Кутлунина, Н. А. Молекулярно-генетические методы в исследовании растений: учебно-методическое пособие / Н. А. Кутлунина, А. А. Ермошин. — Екатеринбург: УрФУ, 2017. — 142 с.
2. Молекулярная биология: учебное пособие / О. В. Кригер, С. А. Сухих, О. О. Бабич [и др.]. — Кемерово: КемГУ, 2017. — 93 с.

Лабораторная работа №7
Тема: Определение концентрации и качества препаратов нуклеиновых кислот

Цель: Освоить метод определения концентрации и степени чистоты растворов нуклеиновых кислот методом спектрофотометрии. Принцип метода. Метод основан на регистрации максимума светопоглощения нуклеиновыми кислотами при длине волны 260 нм, который обусловлен присутствием в них азотистых оснований.

Оборудование:

1. Спектрофотометр с комплектом кварцевых кювет вместимостью 1 мл (длина оптического пути 1 см).
2. Растворы ДНК, олигонуклеотидов (можно использовать, например, препараты, полученные выделением нуклеиновых кислот из природных объектов; смеси олигонуклеотидных праймеров для ПЦР).
3. Коммерческие препараты высокомолекулярных ДНК.
4. Стерильная деионизованная вода.

Ход работы:

1. Для разведения образца геномной ДНК в 50 раз в чистую микропробирку вместимостью 1,5 мл вносят 20 мкл раствора ДНК, добавляют 980 мкл стерильной деионизованной воды и осторожно перемешивают.
2. Переносят разбавленный раствор ДНК в кварцевую кювету спектрофотометра, в другую (контрольную) кювету вносят стерильную деионизованную воду, использованную для разведения образца ДНК.
3. Производят измерение оптической плотности (поглощения, абсорбции) раствора ДНК против растворителя (воды) при 260 нм (ΔА260).
4. Изменяют длину волны спектрофотометра на 280 нм и вновь производят измерение оптической плотности раствора ДНК (ΔА280)
5. Рассчитывают концентрацию ДНК в растворе, мкг/мкл, по формуле: С = ΔА260 х разбавление х 50/1000.
6. Определяют чистоту препарата ДНК по формуле ΔА260/ΔА280 и делают вывод о возможности использования препарата в дальнейшем.

Примечание. 1. На спектрофотометре любого типа, прежде чем измерять концентрацию в образцах, необходимо задать «точку отсчёта». Для этого нужно промерить концентрацию буфера, в котором были растворены образцы нуклеиновых кислот. Этот показатель будет зафиксирован прибором, как «ноль».
2. В процессе измерения необходимо обращать внимание на показатель диапазона поглощения для контролирования наличия белков в растворе.
3. Чистоту препарата ДНК показывает отношение поглощения при длинах волн 260 нм и 280 нм (260нм/280нм).

Литература:
1. Кутлунина, Н. А. Молекулярно-генетические методы в исследовании растений: учебно-методическое пособие / Н. А. Кутлунина, А. А. Ермошин. — Екатеринбург: УрФУ, 2017. — 142 с.
2. Молекулярная биология: учебное пособие / О. В. Кригер, С. А. Сухих, О. О. Бабич [и др.]. — Кемерово: КемГУ, 2017. — 93 с.

Лабораторная работа №8
Тема: Постановка полимеразной цепной реакции

Цель работы: Ознакомиться с методом полимеразной цепной реакции (ПЦР).
Принцип метода: Специфическая амплификация ДНК с помощью полимеразы, осуществляющей избирательный синтез взаимно комплементарных цепей ДНК, начиная с двух праймеров (затравок) *-принцип метода был разработан Кэри Мюллисом (фирма “Cetus”, США) в 1983г.
Оборудование и материалы:
1. Термоциклер (ДНК-амплификатор).
2. Микроцентрифуга-вортекс (до 2000 g).
3. Термостат твердотельный с функцией охлаждения для микропробирок вместимостью 0,5-1,5 мл.
4. УФ-бокс.
5. Автоматические дозаторы переменного объема с наконечниками.
6. Набор реагентов для амплификации ДНК: микропробирки, содержащие лиофилизированную амплификационную смесь «ПЦР-ядро»; ПЦР-растворитель; смесь праймеров готовят самостоятельно или она входит в состав смеси;положительный контроль (раствор стандартной ДНК) подбирается самостоятельноили входит в состав смеси; масло минеральное.
7. Растворы ДНК-матрицы (образцы ДНК, выделенные из прокариот или эукариот).
8. Вода дистиллированная.
9. Перчатки резиновые или латексные, неопудренные.

Ход работы:

Внимание! Все манипуляции производить только в перчатках! Наконечники для автоматического дозатора необходимо использовать однократно!

1. Извлекают из пакета необходимое количество пробирок ПЦР-ядро (оно равно числу анализируемых проб плюс положительный и отрицательный контроль), размещают их в штативе и маркируют. Обратите внимание, на дне каждой пробирки находится лиофилизированная смесь, которая затем должна быть полностью растворена.

Положительным контролем (К+) служит раствор, образуемый стандартной ДНК.

Отрицательный контроль (К-) - ТЕ-буфер из комплекта, использованного для выделения ДНК.

2. Добавляют в каждую пробирку ПЦР-ядро по 10 мкл ПЦР- растворителя.

3. Добавляют в каждую пробирку ПЦР-ядро 5 мкл смеси прямого и обратного праймеров.

Аналогично приготовить положительный контроль, используя раствор ДНК (20- 50 нг/мкл), выделенной из растительной или животной ткани любым из приведенных ранее способов.

4. Содержимое пробирок перемешивают, встряхивая на вортексе, до полного растворения сухих компонентов смеси. Обычно для этого требуется 5-10 мин.

5. Добавляют в пробирки с амплификационной смесью:

-в пробирку с маркировкой К- (отрицательный контроль) - 5 мкл ТЕбуфера из комплекта, использованного для выделения ДНК;

-в пробирки с маркировкой № ... (исследуемые образцы) - по 5 мкл пробы соответствующей ДНК-матрицы;

-в пробирку с маркировкой К+ (положительный контроль) - 5 мкл раствора стандартной ДНК.

6. Содержимое всех пробирок еще раз аккуратно перемешивают.

7. Во все пробирки добавляют по 20-25 мкл (две капли) минерального масла, пробирки плотно закрывают крышечками.

8. Пробирки центрифугируют 5-7 с при 2000 об/мин. При этом отдельные капли ПЦР-смеси, оказавшиеся при ее перемешивании на стенках и крышке пробирки, должны быть сброшены на дно, а сверху ровно наслоено минеральное масло.

9. Пробирки с готовой ПЦР-смесью помешают в амплификатор и запускают программу амплификации (контроль температуры в термоблоке амплификатора должен осуществляться в режиме активного реагирования температуры):

94°С - 3 мин;

35 циклов, включающих:

94°С (денатурация) - 40 с,

58 °С (отжиг праймеров) - 30 с,

72°С (элонгация) - 40 с;

72°С- 4 мин.

10. По окончании амплификации пробирки извлекают из амплификатора,

помещают в штатив и переносят в зону для электрофореза продуктов ПЦР.
ПЦР-продукты (ампликоны) можно использовать в других практических работах и хранить в течение 1-2 нед при - 18°С.
11. Детекцию результатов ПЦР производят с помощью электрофореза в агарозном геле (практическая работа № 5).
12. Полученные результаты регистрируют визуально или с помощью видеосистемы.

Литература:
3. Кутлунина, Н. А. Молекулярно-генетические методы в исследовании растений: учебно-методическое пособие / Н. А. Кутлунина, А. А. Ермошин. — Екатеринбург: УрФУ, 2017. — 142 с.
4. Молекулярная биология: учебное пособие / О. В. Кригер, С. А. Сухих, О. О. Бабич [и др.]. — Кемерово: КемГУ, 2017. — 93 с.

Лабораторная работа №9
Тема: Анализ ДНК методом электрофореза в агарозном геле

Цель работы: Ознакомиться с методом горизонтального электрофореза ДНК в агарозном геле.
Принцип метода: Метод основан на миграции заряженной молекулы ДНК под действием электрического поля.
Оборудование и материалы:
1. Прибор для горизонтального электрофореза.
2. Источник постоянного тока.
3. Электрическая плитка или СВЧ-печь.
4. Гель документирующая видеосистема.
5. Автоматические дозаторы переменного объема с наконечниками.
6. Колба мерная вместимостью 1 л.
7. Колба коническая вместимостью 0,5 л.
8. Цилиндр мерный вместимостью 250 мл.
9. Набор реагентов для электрофореза включает: смесь для приготовления электродного буфера; навеску агарозы; раствор бромида этидия; раствор краски лидера (бромфеноловый синий).
10. Проба исследуемой ДНК.
11. ДНК-маркер молекулярных масс.
12. Перчатки резиновые или латексные неопудренные.
13. Теплоизолирующая рукавица.
14. Вода дистиллированная.
Ход работы:

I. Подготовка прибора для электрофореза к работе

1. Пользуясь встроенными уровнями и винтовыми ножками, прибор устанавливают строго горизонтально.
2. В рабочую камеру наливают буфер для электрофореза.

3. Для формирования гелевой пластины собирают кювету, в нее помещают аппликатор (гребенку) для формирования лунок в толще геля.

4. Регулируемую высоту аппликатора выставляют таким образом, чтобы расстояние от дна кюветы до каждого из зубцов составляло 1-2 мм.

5. В зависимости от числа анализируемых проб одновременно можно установить одну, две или три гребенки.

II. Приготовление агарозного геля

1. Навеску агарозы, необходимую для приготовления 1%-ного геля, полностью переносят в коническую стеклянную колбу вместимостью 250-500 мл, добавляют 150 мл рабочего раствора буфера для электрофореза и перемешивают.

2. Суспензию агарозы в колбе доводят до кипения в СВЧ-печи или на электроплитке, периодически помешивая (колбу держать, только надев на руку теплоизолирующую рукавицу).

3. Продолжают нагревание до тех пор, пока содержимое колбы не станет совершенно прозрачным (обычно еще 1 мин).

4. Расплав охлаждают до 55-60°С, добавляют 10мкл раствора бромида этидия, перемешивают (работу проводят в латексных или резиновых перчатках) и наливают на столик для заливки геля, не допуская образования воздушных пузырьков, так, чтобы толщина слоя была не менее 5 мм, а зубцы гребенок были погружены в гель не менее чем на 4 мм.

5. Гель полностью застывает через 15-20 мин.

6. Столик с готовым агарозным гелем и гребенками переносят в камеру для электрофореза, в которую наливают рабочий раствор буфера для электрофореза так, чтобы покрыть гелевую пластину слоем в 2-3 мм. Извлекают гребенки из агарозного геля легким и плавным движением вверх, стараясь не повредить образовавшиеся лунки.

III. Проведение электрофореза

1. В лунки застывшего агарозного геля (под слой буфера!) осторожно вносят по 3 мкл раствора исследуемых образцов ДНК.

2. В соседнюю лунку геля вносят 3 мкл маркера молекулярных масс фрагментов ДНК. В одну или две (по краям пластины геля) свободные лунки вносят 2-3 мкл краски лидера.

3. Закрывают крышку прибора для электрофореза и подключают его к источнику постоянного тока, строго соблюдая полярность электродов и учитывая, что движение фрагментов ДИК происходит в направлении от катода к аноду (от «минуса» к «плюсу»).

4. На вольтметре источника постоянного тока устанавливают напряжение 120-150 В. В таком режиме процесс электрофореза продолжают около 30 мин, ориентируясь на фронт пробега краски-лидера (приблизительно на 3 см).

5. По окончании электрофореза источник напряжения отключают, снимают крышку прибора, пластину агарозного геля осторожно переносят на светофильтр (просмотровый столик) УФ-трансиллюминатора для детекции (работу проводят в перчатках!).

6. Включают трансиллюминатор. Зоны ДНК, окрашенные бромидом этидия, светятся при УФ-облучении.

Внимание! Во избежание повреждения сетчатки глаз ультрафиолетовым излучением наблюдать зоны ДНК следует только через защитное стекло из комплекта трансиллюминатора или защитные (стеклянные) очки. Полученные результаты регистрируют визуально или с использованием гель документирующей видеосистемы, пользуясь инструкцией к ней.

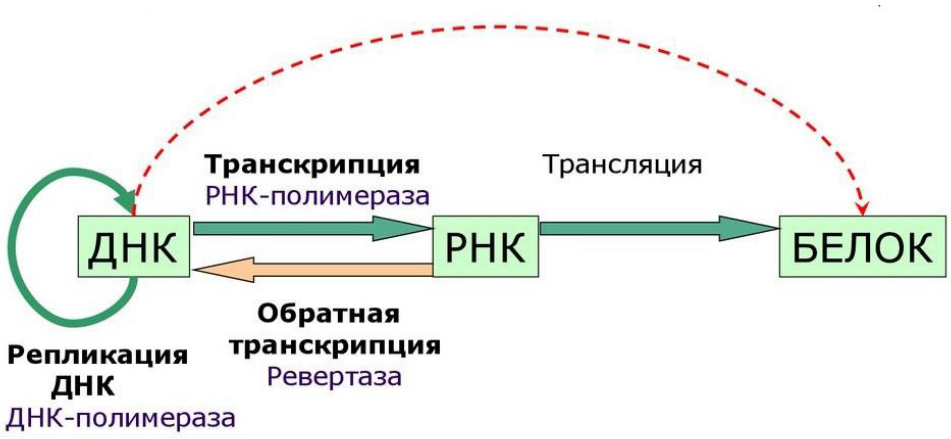
Литература:

1. Кутлунина, Н. А. Молекулярно-генетические методы в исследовании растений: учебно-методическое пособие / Н. А. Кутлунина, А. А. Ермошин. — Екатеринбург: УрФУ, 2017. — 142 с.
2. Молекулярная биология: учебное пособие / О. В. Кригер, С. А. Сухих, О. О. Бабич [и др.]. — Кемерово: КемГУ, 2017. — 93 с.

Лабораторная работа №10
Тема: Матричные процессы в клетке

Передача генетической информации при делении клетки, от родителя к потомству, либо через векторы происходит благодаря *матричным процессам* – синтезе одной биомолекулы, несущей информацию, на основе матрицы другой биомолекулы.

Центральная догма молекулярной биологии – обобщающее наблюдаемое в природе правило реализации генетической информации: информация передаётся от нуклеиновых кислот к белку, но не в обратном направлении. Правило было сформулировано Френсисом Криком в 1958 году.



Белок – реципиент генетической информации

Переход генетической информации последовательно от ДНК к РНК и затем от РНК к белку является универсальным для всех без исключения

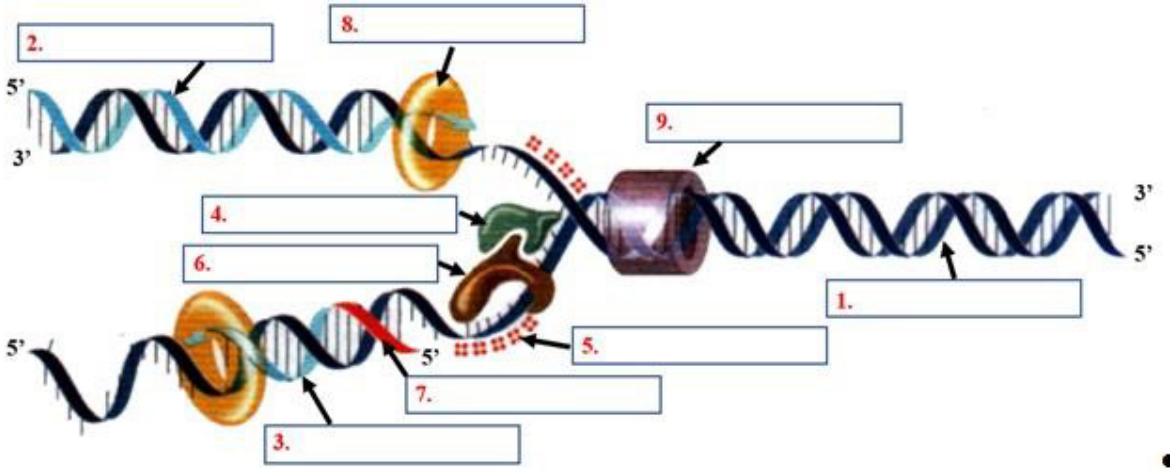
клеточных организмов, лежит в основе биосинтеза макромолекул. Репликации генома соответствует информационный переход ДНК → ДНК.

В природе встречаются также переходы РНК → РНК и РНК → ДНК (например, у некоторых вирусов), а также изменение конформации белков, передаваемое от молекулы к молекуле.

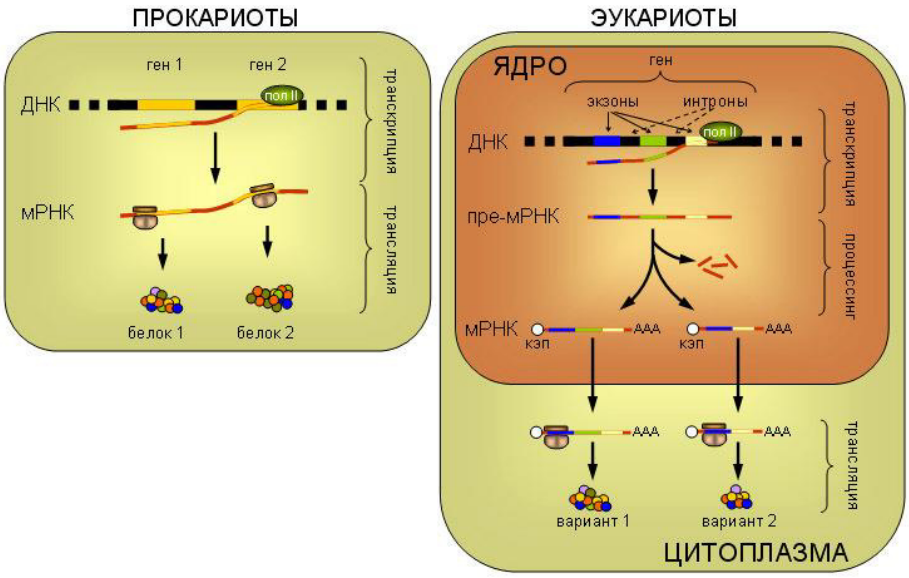
Цель и задачи: рассмотреть молекулярные механизмы матричных поцессов. Провести моделирование матричных процессов.

Задание 1. Обозначьте основные компоненты и ферменты репликации, кратко опишите их функции. С помощью пластилина смоделируйте репликационную вилку эукариот.

.



Задание 2. Укажите особенности в транскрипции и трансляции у про- и эукариот, данные занесите в таблицу.



Прокариоты	Эукариоты
Транскрипция	
Трансляция	

Задание 3. Известно, что все виды РНК синтезируются на ДНК. Определите последовательность нуклеотидов в молекуле тРНК, если последовательность нуклеотидов фрагмента цепи ДНК: ЦЦАГТАЦГТАГГАЦТ. Определите кодон иРНК, к которому присоединяется эта тРНК, и аминокислоту, переносимую этой тРНК, если известно, что третий триплет ДНК шифрует ее антикодон. Для выполнения задания используйте таблицу генетического кода.

ДНК	ЦЦАГТАЦГТАГГАЦТ
т-РНК	
Кодон и-РНК	
Аминокислота	

Задание 4. Фрагмент цепи иРНК имеет следующую последовательность нуклеотидов: 5′-ЦУГГАЦЦАУУГГАУГ-3′. Определите последовательность

нуклеотидов на ДНК, антикодоны соответствующих тРНК и последовательность аминокислот во фрагменте молекулы белка, используя таблицу генетического кода.

и-РНК	5′-ЦУГГАЦЦАУУГГАУГ-3′
ДНК	5′-……-3′
	3′- - 5′
Антикодоны т-РНК	3′-…-5′; 3′-…-5′; 3′-…-5′; 3′-…-5′; 3′-…-5′;
Белок	

Задание 5. В биосинтезе фрагмента молекулы белка участвовали последовательно молекулы тРНК с антикодонами ЦГА, АГА, ГЦА, УЦЦ, ЦГЦ. Определите аминокислотную последовательность синтезируемого фрагмента молекулы белка и нуклеотидную последовательность участка двухцепочечной молекулы ДНК, в которой закодирована информация о первичной структуре фрагмента белка. Объясните последовательность Ваших действий. Для выполнения задания используйте таблицу генетического кода.

Антикодоны т-РНК	5′-ЦГА-3′, 5′-АГА-3′, 5′-ГЦА-3′, 5′-УЦЦ-3′, 5′-ЦГЦ-3′
Кодоны иРНК	
ДНК	
Белок	

Литература:

1. Мандель, Б. Р. Основы современной генетики: учебное пособие для учащихся высших учебных заведений (бакалавриат) / Б. Р. Мандель. – Москва; Берлин: Директ-Медиа, 2016. – 334 с.
2. Молекулярная биология: учебное пособие / О. В. Кригер, С. А. Сухих, О. О. Бабич [и др.]. — Кемерово: КемГУ, 2017. — 93 с.

РАЗДЕЛ III. МЕНДЕЛЕВСКИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ НАСЛЕДОВАНИЯ ПРИЗНАКОВ

В ***моногибридном скрещивании*** родительские организмы отличаются по одной паре контрастных альтернативных признаков. Так, например, окрашенные и неокрашенные семена фасоли, серое и черное тело у дрозофилы. В первом поколении от этого скрещивания появляются гибридные особи. Из двух альтернативных вариантов аллелей у гибридов

первого поколения развивается только один (окрашенные семена у фасоли, серое тело у дрозофилы), второй не проявляется (неокрашенные семена фасоли и черное тело у дрозофилы). Преобладание у гибрида первого поколения признака одного из родителей Мендель назвал ***доминированием***, а закон получил название ***первого закона Менделя или единообразия гибридов первого поколения***.

При скрещивании гибридных особей первого поколения между собой во втором поколении наблюдается появление потомков с признаками обоих родителей. Причем, расщепление признаков подчиняется строгим количественным закономерностям: ¾ всех гибридов второго поколения несут доминантный признак (окрашенные семена фасоли, серое тело дрозофилы), а ¼ – рецессивный (неокрашенные семена фасоли, черное тело дрозофилы). Расщепление во втором поколении в определенном количественном соотношении доминантных и рецессивных форм называется ***законом расщепления или вторым законом Менделя***.

Скрещивание особей, различающихся по двум парам альтернативных признаков, получило название ***дигибридного***. Если признаков больше двух, то скрещивание называют ***полигибридным***. Гены, отвечающие за развитие этих признаков, должны быть неаллельными, т.е. находиться в разных парах хромосом. При скрещивании двух чистых линий, отличающихся по двум парам альтернативных признаков, дигетерозиготные особи первого поколения, в соответствии с 1-ым законом Менделя, будут единообразные и по генотипу, и по фенотипу. Признаки, проявившиеся у гибридов первого поколения, являются доминантными. Во втором поколении расщепление по двум признакам составит 9A-B- (особи с двумя доминантными признаками) : 3A-bb (особи с доминантным признаком А) : 3aaB- (особи с доминантным признаком В) : 1aabb (особи с рецессивными признаками).

Если подсчитать количество особей по каждой паре признаков раздельно, то окажется, что соотношение 9A-B- + 3A-bb + 3aaB- + 1aabb соответствует независимой комбинации результатов двух скрещиваний (3A- + 1aa) x (3B- + 1 bb). Очевидно, что в дигибридном скрещивании каждая пара признаков при расщеплении в потомстве ведет себя так же, как в моногибридном скрещивании, т.е. независимо от другой пары признаков. То есть и задатки признаков этих пар комбинируются независимо. Таким образом, Мендель объективно установил существование 3-го закона наследования – ***закона независимого комбинирования признаков*** – при скрещивании 2-х гомозиготных особей, различающихся по 2-ум парам альтернативных признаков, гены и соответствующие им признаки наследуются независимо друг от друга и комбинируются во всех возможных сочетаниях.

Теоретические вопросы

1. Особенности гибридологического метода Г.Менделя.
2. Моногенное наследование признаков. Закон единообразия гибридов первого поколения. Правило доминирования.

3. Моногенное наследование признаков. Закон расщепления. Правило чистоты гамет.
4. Статистический характер расщепления. Метод χ^2
5. 3-ий закон Менделя. Независимое комбинирование генов.
6. Условия, необходимые для выполнения законов Менделя.
7. Ограничения действия законов Менделя.
8. Дигибридное скрещивание.
9. Цитологические основы независимого комбинирования.
10. Полигибридные скрещивания. Формулы расщеплений.

Лабораторная работа №11
Тема: Моногибридное скрещивание узамбарских (африканских) фиалок

Сенполия впервые была обнаружена в 1892 году в Восточной Африке, в Танзании и Кении в районе Узамбарских гор Вальтером Фон Сен-Полем. В 1893 году Венланд описывает вид сенполия и называет его в честь первооткрывателя *Saintpaulia.* Видовое название *ionantha* было дано из-за некоторого сходства его цветков с цветками фиалок (Viola). Это же сходство обусловлено появлением бытового названия «узамбарская или африканская фиалка».

Сенполии являются очень удобным объектом для работ по изучению наследования окраски венчика. Большое разнообразие фиалок по окраске лепестков обеспечивает необходимый материал для исследования. Знание типа наследования окраски венчика позволяет получить новые сочетания признаков, улучшить эстетические качества, а также получить новый сорт. Знания о том, какие признаки доминируют, какие передаются от материнского растения, а какие от отцовского растения, позволяют целенаправленно получать гибриды с желаемыми признаками. Это позволит сократить время, необходимое для получения растений с новыми комбинациями признаков и проводить целенаправленный подбор родительских пар, который увеличит вероятность появления растений с нужным набором признаков.

Для того, чтобы произвести опыление цветка материнского растения, осторожно пинцетом выщипывают у отцовского растения пыльник за 5-6 дней до опыления, затем иголкой вскрывают его, место вскрытия расширяют так, чтобы не просыпать пыльцу, и кисточкой переносят пыльцу на пестик материнского растения. Простым глазом заметно, как жёлтая пыльца прилипла на рыльце, чтобы произошло оплодотворение. Прорастает пыльца, образуя трубку, достигает завязи, в которой образуются семена. На другой день проверяют опыление. Если пыльца облетела, опыление повторяют снова.

Чтобы не забыть, когда и какие родительские пары скрещивались, на цветоножке материнского растения осторожно, чтобы не повредить, ниткой

прикрепляется бумажная бирка с данными, когда проводилось опыление и название сорта отцовского растения.

Опыление сенполий можно проводить в течение года, если в осенне-зимний сезон дать растениям подсветку люминесцентными лампами. Без подсветки лучшим временем года являются март - июль месяцы, время суток между 11 и 15 часами, когда в комнате хорошо прогреется воздух, температура воздуха должна быть не ниже 22*С. При такой температуре хорошо прорастает пыльца. Если произошло оплодотворение, то через 7 дней начинает развиваться семенная коробочка. Для простых форм цветков характерным признаком оплодотворения служит опадение цветка, для махровых и полумахровых, а также форм с неопадающими цветками - увядание с последующим засыханием.

Цель работы: ознакомиться с правилами постановки скрещиваний на растительных объектах.

Задачи:

1. Освоить методику постановки скрещиваний на растительных объектах на примере узамбарской фиалки.
2. Ознакомиться с морфологическими характеристиками сенполии узамбарской.

Биологический материал: цветущие растения сенполии узамбарской с различной окраской венчиков (например, белые и синие).

Оборудование: лупы, пинцеты, кисти, калька, простые карандаши, нитки.

Ход работы:

1.Ознакомиться с историей и морфологической характеристикой вида сенполия узамбарская.

2.Ознакомиться с методикой постановки скрещиваний на растительных объектах. Скрещивание растительных объектов включает следующие этапы:

- выбор пар для скрещивания;
- кастрация;
- опыление;
-этикетирование.

3. Произвести скрещивание растений, различающихся по одной паре альтернативных признаков, например, цвету венчика.

3.1. Выбрать пары для скрещивания: здоровые растения с венчиками белого и синего (чернильного) цвета.

3.2. Проверить готовность рыльца к оплодотворению, для чего рассмотреть рыльце под лупой. Оно должно быть увлажненное, с капельками жидкости на рыльце.

3.3. Пинцетом убрать у цветка выбранного растения (например, с белым венчиком) собственные пыльники, т.е. произвести кастрацию.

3.4. Провести опыление: на рыльце пестика кисточкой наносят пыльцу выбранного сорта (с венчиком чернильного цвета). Пыльцу следует собрать

за 5-6 дней до работы. Способность к оплодотворению у пыльцы сохраняется до 3-х месяцев.
3.5. Провести этикетирование. Все записи проводятся на кальке простыми карандашами и привязываются к стебельку.
4. Записать схему скрещивания и проанализировать возможные фенотипы потомства. При опылении материнского растения с белыми цветами пыльцой растения с чернильными цветами ожидаем проявления у гибридов доминантного признака – чернильной окраски венчика. Схема скрещивания будет выглядеть следующим образом:

Признак	**Ген**	**Генотип**
Чернильный цвет венчика	**А**	**АА, Аа**
Белый цвет венчика	**а**	**аа**

P ♀aa x ♂AA

белый чернильный

G aA

F1Aa

чернильный

Литература:
1. Генетический анализ дрозофилы: практикум: учебное пособие / составители О. В. Гумерова, Г. Ф. Галикеева. — Уфа: БГПУ имени М. Акмуллы, 2020. — 55 с. — ISBN 978-5-907176-71-3. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/170430 (
2. Общая генетика: практикум: [16+] / авт.-сост. М. В. Ульянова, В. Г. Дружинин, М. Б. Лавряшина; Кемеровский государственный университет. – 2-е изд., перераб. и доп. – Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2019. – 78 с.

Лабораторная работа №12
Тема: Статистический характер расщепления. Метод χ^2

Специальные математические методы позволяют решать, являются ли отклонения в опыте от теоретически ожидаемого расщепления (3:1) закономерным или случайным. Наиболее прост и удобен ***метод χ^2 (хи-квадрат)*** или метод соответствия наблюдаемых данных теоретически ожидаемым. Применение этого метода сводится к расчету величины χ^2 и её оценке. Однако следует уточнить, что этот метод применим только для выборок с минимальным объемом не менее 50 особей, а теоретически ожидаемые частоты в классах должны быть не менее 5. Кроме того, оценка отклонения по критерию χ^2 ничего не говорит в пользу гипотезы, но на её основе отвергаются ложные гипотезы.

Цель работы: знакомство с основным приёмом гибридологического анализа – методом статистической проверки гипотез (метод).

Задачи:

1. Изучить закономерности моногибридного скрещивания.
2. Смоделировать опыты Менделя по моногибридному скрещиванию в лабораторных условиях.
3. Освоить метод χ^2 для статистического анализа данных.

Биологический материал: семена фасоли (окрашенные и неокрашенные).

Оборудование: чашки Петри.

Ход работы:

1. Смоделировать результаты опыта Менделя по наследованию моногенного признака «окраска семян» у фасоли. Для этого:

1.1. В чашку Петри поместить по 20 окрашенных и неокрашенных семян фасоли;

1.2. Из чашки Петри с семенами фасоли, не глядя, одновременно достать два семени разными руками. Предполагая, что каждое семя – это один аллель гена, контролирующего изучаемый признак, определить и записать получившийся генотип. Окрашенное семя считаем доминантным аллелем гена, неокрашенное – рецессивным. Эти семена оставляем в чашке Петри. Перед каждым выбором перемешиваем.

2.Повторяем эксперимент 60 раз. Полученные данные заносим в таблицу 1.1:

Таблица 1.1

Генотип	Данные
AA	15
Aa	32
Aa	13

3. Анализируем результаты эксперимента. Определяем расщепление в опыте по генотипу и фенотипу.

4. Выдвигаем нулевую гипотезу о генетической детерминации признака «окраска семян» и теоретическом расщеплении: моногенное наследование, расщепление во втором поколении 1:2:1 по генотипу и 3:1 по фенотипу.

5. Проводим статистическую проверку гипотезы методом χ^2.

5.1.Определяем теоретически ожидаемую величину для каждого генотипического класса расщепления: суммарное значение потомков (столбец 3) делим на суммарное число возможных генотипических классов (столбец 2) и умножаем получившуюся величину для каждого класса в соответствии с предполагаемой формулой расщепления (1:2:1 в данном случае). Полученные значения заносим в таблицу 1.2.

Таблица 1.2

Генотип	H_o	Наблюдаемые данные	Ожидаемые данные
АА	1	15	15
Аа	2	32	30
Аа	1	13	15
Σ	4	60	60

5.2. Определяем отклонение экспериментальных (наблюдаемых – н) данных от теоретических (ожидаемых - о) по формуле:

$$\chi^2 = \Sigma(о-н)^2/о$$

$\chi^2 = (15-15)^2/15 + (30-32)^2/30 + (15-13)^2/15 = 0,4$

5.3. Оцениваем величину χ^2 по таблице Фишера с учетом степеней свободы и допустимой вероятностью (табл. 1.3). Число степеней свободы – это число независимо рассчитанных теоретически ожидаемых величин. Число степеней свободы определяется как число фенотипических классов минус один (в данном опыте число степеней свободы равно 2).

Вероятность (р) есть не что иное, как вероятность данной нулевой гипотезы. Для биологических дисциплин принята вероятность 95%, поэтому допустимой границей вероятности является величина 0,05. Это означает, что на каждые 20 показателей допускается 1 ошибка.

Таблица 1.3

Таблица Фишера с учетом степеней свободы и допустимой вероятностью

Число степеней свободы (n)	Вероятность (Р)									
	0,99	0,95	0,90	0,75	0,50	0,25	0,10	0,05	0,025	0,01
1	0,00	0,00	0,02	0,10	0,45	1,32	2,71	3,84	5,02	6,63
2	0,02	0,10	0,21	0,58	1,39	2,77	4,61	5,99	7,38	9,21
3	0,11	0,35	0,58	1,21	2,37	4,11	6,25	7,81	9,35	11,34
4	0,30	0,71	1,06	1,92	3,36	5,39	7,78	9,49	11,14	13,28
5	0,55	1,15	1,61	2,67	4,35	6,63	9,24	11,07	12,83	15,09

5.4.Формулируем и записываем выводы о соответствии экспериментальных данных выдвинутой нулевой гипотезе.

Если величина χ^2 в опыте меньше теоретической, то отклонения между наблюдаемыми и ожидаемыми данными случайны и гипотеза не отвергается. Нулевая гипотеза отвергается, если значение χ^2 выше того, что дано в графе P=0,05 при соответствующем числе степеней свободы.

В данном примере χ^2 наблюдаемое (0,4) < чем χ^2 ожидаемое (5,99), следовательно, гипотеза о расщеплении по генотипу по признаку «цвет семян фасоли» в соотношении 1 АА: 2Аа:1аа верна при 2-х степенях свободы.

6. Рассчитываем χ^2 по суммарным значениям подгруппы.

6.1.Заносим данные по всей подгруппе в таблицу 1.4

Таблица 1.4

№ Эксперимента	Генотип			Величина χ^2
	АА	Аа	аа	
1	15	32	13	0,4
2	14	31	15	0,1
3	16	29	15	0,1
Сумма	45	92	43	0,13

6.2. Определяем χ^2 по суммарным значениям подгруппы:

$\chi^2= (45-45)^2/45 + (90-92)^2/90 +(45-43)^2/45 = 0,13$

Формулируем выводы. Обратить внимание на уменьшение величины χ^2 с увеличением выборки.

6.3. Проводим расчет χ^2 при расщеплении по фенотипу. В соответствии с законом расщепления (2-ым законом Менделя) расщепление по фенотипу при скрещивании 2-х гетерозигот составляет 3А-:1аа. Определяем теоретически ожидаемую величину для каждого фенотипического класса расщепления: суммарное значение потомков (столбец 3) делим на суммарное число возможных генотипических классов (столбец 2) и умножаем получившуюся величину для каждого класса в соответствии с предполагаемой формулой расщепления (3:1 по фенотипу, табл. 1.5).

Таблица 1.5

Фенотип	H_o	Наблюдаемые данные	Ожидаемые данные
Окрашенные семена	3А-	47	45
Неокрашенные семена	1аа	13	15
Σ	4	60	60

6.3. Определяем отклонение экспериментальных (наблюдаемых) данных от теоретических (ожидаемых) по формуле:

$$\chi^2= \Sigma(о-н)^2/о$$

$\chi^2= (47-45)^2/45 + (13-15)^2/15 = 0,36$

7. Заносим данные по всей подгруппе в таблицу 1.6 и определяем χ^2 по суммарным значениям подгруппы:

Таблица 1.6

№ эксперимента	Фенотип		Величина χ^2
	Окрашенные семена (А-)	Неокрашенные семена (аа)	
1	47	13	0,36
2	45	15	0
3	45	15	0
Сумма	137	43	0,119

$$\chi^2= (135-137)^2/135 + (45-43)^2/45 = 0,119$$

8.Сформулировать и записать общие выводы о соответствии нулевой гипотезы фактическим данным. Проанализировать индивидуальные и групповые результаты.

Задания на СРС:

1.Завершить оформление лабораторной работы.

2.Решить 5 генетических задач с использованием метода χ^2.

Литература:

1. Алферова, Г. А. Генетика: учеб. Галина Александровна, Галина Петровна, Татьяна Ильинична; Г. А. Алферова, Г. П. Подгорнова, Т. И. Кондаурова; под ред. Г. А. Алферовой. - 3-е изд.; испр. и доп. - Москва: Юрайт, 2018

2. Нахаева, В. И. Общая генетика. Практический курс: учебное пособие для вузов / В. И. Нахаева. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2021. — 276 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-06631-9.

3. Осипова, Л. А. Генетика в 2 ч. Часть 1: учебное пособие для вузов / Л. А. Осипова. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2021. — 243 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-07721-6.

4. Карманова, Е. П. Практикум по генетике: учебное пособие для вузов / Е. П. Карманова, А. Е. Болгов, В. И. Митютько. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2021. — 228 с.

Лабораторная работа №13
Тема: Дрозофила как объект генетических исследований. Постановка моногибридного скрещивания у Drosophila melanogaster

Целый ряд важнейших научных открытий был совершен при использовании в качестве генетического объекта мухи Drosophila melanogaster. В частности, работы Т. Моргана по разработке хромосомной теории наследственности, изучению генетики пола и сцепленного с полом наследования, также исследования по искусственному получению мутаций, вопросам природы гена, экспрессии гена, выяснение некоторых генетических

механизмов эволюционных процессов и др. Муха дрозофила является чрезвычайно удобным объектом для генетических исследований. Она неприхотлива в содержании, исключительно плодовита, имеет короткий период развития от яйца до взрослого насекомого, обладает чётко выраженными морфологическими признаками, большим разнообразием мутационных рас с чётким фенотипическим проявлением и малым числом хромосом.

Drosophila melanogaster, иначе муха плодовая, или уксусная, принадлежит к семейству *Drosophilidae* из отряда *Diptera*. Родиной *Drosophila melanogaster* считается Индо-малайская область. В настоящее время она космополит, населяет Северную и Южную Америку, Африку, Австралию, Японию и Южную Европу. Питается дрозофила ферментируемыми фруктами, овощами и древесным соком. Раса дрозофилы, которая обитает в природе, носит название дикий тип (wild type), или нормальная (normal). Это мушка величиной 2-3 мм с ярко-красными глазами и серым телом. Самки и самцы D. melanogaster отличаются по ряду морфологических признаков:

1) Самки несколько ***крупнее*** самцов.
2) ***Брюшко*** у самки округлое с заостренным концом, у самца – более цилиндрическое с притупленным концом и сильно пигментированными (черными) последними тергитами (скелетные хитиновые пластинки брюшка со спинной стороны);
3) У самки 8 хорошо развитых ***тергитов***, у самца – 6;
4) У самки 4 хорошо развитых ***стернита*** (хитиновые пластинки с брюшной стороны), у самца – 3;
5) У самца присутствуют ***половые гребешки*** (ряд хитиновых щетинок на первом членике лапки передних ног).

Все манипуляции с мухами выполняют под наркозом. В качестве наркотизирующего вещества употребляют серный эфир. Как только мухи перестали двигаться, их сразу нужно вытряхнуть из морилки. От большой дозы дрозофилы погибают через 3-5 мин. Характерный признак погибших от эфира мух – растопыренные кверху и в стороны крылья и безжизненно вытянутые лапки. Изучение морфологических особенностей дрозофил, а также сравнение мутационных рас удобно проводить, расположив наркотизированных мух на молочно-белом стекле. Брать мух можно только пинцетом за крылышки или ножки, либо перемещать их мягкой кисточкой. Если во время просмотра мухи начинают просыпаться от наркоза, их следует вновь на некоторое время накрыть крышкой от морилки.

Для скрещиваний необходимо использовать заведомо девственных (виргинных) самок не старше 10-12 часов после вылупления. Поскольку жизнеспособная сперма может сохраняться в половых путях самки в течение нескольких суток после спаривания, и оплодотворённая самка может содержать в семяприёмнике некоторое количество спермы от предыдущей

копуляции. Для этой цели из культур за несколько часов до массового вылупления удаляют недевственных мух. После этого культуру просматривают через 8-10 часовые интервалы. Вылупляющихся девственных самок изолируют от самцов и используют для скрещиваний.

Цель работы: ознакомиться с одним из наиболее удобных объектов генетического исследования плодовой (уксусной) мухой Drosophila melanogaster, освоить правила постановки скрещиваний.

Задачи:

1. Освоить основные правила работы с дрозофилой, а также методику постановки скрещиваний.
2. Ознакомиться с морфологическими характеристиками дрозофил дикого типа (Normal), а также мутантных линий (white, cut, ebony).
3. Произвести тригибридное скрещивание дрозофил.
4. Провести статистический анализ моногенного наследования признаков на примере наследования мутации ebony.

Биологический материал: линии Drosophila melanogaster normal (серое тело), ebony (черное тело).

Оборудование: стаканчики или широкие пробирки диаметром 4 см со свежеприготовленной средой; ватные пробки; эфир и морилки; молочно-белое стекло; лупа; пинцеты; кисти.

Ход работы:

1. Ознакомиться с правилами наркотизации мух.

1.1. Возьмите пробирку с дрозофилами. Осторожно постучите по пробирке, осадив мух на дно.

1.2. Нанесите 2-3 капли серного эфира (в крайнем случае, хлороформа) на вату и поместите в морилку.

1.3. Выньте пробку из морилки и ватный тампон из пробирки с мухами. Приложите морилку и пробирку горлышками друг к другу (морилка внизу). Слегка постучите по пробирке, чтобы мушки высыпались из пробирки в морилку.

1.4. Закройте морилку и пробирку. Слегка постукивая пальцем по морилке, наблюдайте за мушками, пока они не перестанут двигаться и не упадут на дно.

2. Изучение морфологии дрозофилы.

2.1. Высыпьте наркотизированных мук из морилки на молочно-белое стекло или белый лист бумаги.

2.2. Рассмотрите под лупой мух, имеющих серое тело, нормальные крылья и красные глаза. Это признаки дикого типа.

2.3. Рассмотрите под лупой мух, имеющих черное тело, красные глаза и нормальные крылья. Это мухи линии ebony, гомозиготные по рецессивной мутации, вследствие которой их тело имеет черный цвет. В природе такие линии встречаются крайне редко, их разводят в лаборатории.

3. Постановка скрещивания дрозофилы.

3.1.Отобрать 2-3 виргинные самки black и поместить в стаканчик со средой с 3-5 самцами линии Normal.
3.2. Отобрать 2-3 виргинные самки Normal и поместить в стаканчик со средой с 3-5 самцами black.
3.3.Через 10-12 суток после постановки скрещивания, когда в стаканчике начнется массовое вылупление мух F_1, их следует усыпить и проанализировать. Результаты подсчета следует записать в таблицу.
3.4.Среди гибридов F_1 следует отобрать 2-3 женские особи и 5-6 мужских и поместить их в чистые пробирки с питательной средой для получения F_2.
3.5.Через 10-12 дней в стаканчиках начнется массовое вылупление мух F_2. Их следует усыпить и анализировать на матово-белом стекле. Результаты занести в таблицу 1.7.

Таблица 1.7

Результаты гибридологического анализа при скрещивании дрозофил линий black и Normal

Фенотипы гибридов	Прямое скрещивание ♀black x ♂Normal			Обратное скрещивание ♀ Normal x ♂ black		
	Всего	В том числе		Всего	В том числе	
		♀	♂		♀	♂
Гибриды F_1: Гибриды F2:						

4. Анализ результатов моногибридного скрещивания дрозофилы (на примере наследования мутации *ebony*).
4.1. Для того, чтобы рассмотреть закономерности моногибридного скрещивания, нужно проанализировать характер наследования мутации ebony, определяющей черный цвет тела Dr. melanogaster.
4.2. Составьте схему скрещивания и определите ожидаемое расщепление по фенотипу и генотипу у гибридов первого и второго поколения, учитывая рецессивный характер мутации *ebony.* Формулируйте нулевую гипотезу о характере наследования данной мутации.
4.3. Пользуясь таблицей 1.7, проанализируйте фенотипы гибридов первого поколения прямого и обратного скрещиваний относительно цвета тела и подсчитайте точное число потомков. Результаты занесите в таблицу 1.8.
4.4. Проанализируйте фенотипы гибридов второго поколения относительно цвета тела. Подсчитайте число потомков и занесите результаты в таблицу 1.8. Согласно закону расщепления Менделя у ¼ гибридов второго поколения, как от прямого, так и от обратного скрещивания дрозофил, должна проявиться рецессивная мутация – черное тело. Пользуясь методом соответствия (χ^2) найти теоретически ожидаемое число потомков каждого фенотипического класса у гибридов второго поколения и определить величину χ^2.
4.5. Сформулируйте выводы о правильности нулевой гипотезы о характере наследования мутации *eboni.*

Таблица 1.8

Результаты гибридологического анализа при моногибридном скрещивании дрозофил линий black и Normal

Линии и гибриды	Получено мух			Расщепление	
	Всего	В том числе		Теоретически ожидаемое	Фактически полученное
		Normal	black		
F_1♀ black-♂Normal F_1 ♀Norma-♂black F2 ♀ black-♂Normal F2 ♀ Normal-♂black					

Задания на СРС:

Решить 5 генетических задач на моногенное наследование признаков с использованием метода χ^2.

Литература:

1. Алферова, Г. А. Генетика: учеб. Галина Александровна, Галина Петровна, Татьяна Ильинична; Г. А. Алферова, Г. П. Подгорнова, Т. И. Кондаурова; под ред. Г. А. Алферовой. - 3-е изд.; испр. и доп. - Москва: Юрайт, 2018

2. Мандель, Б. Р. Основы современной генетики: учебное пособие для учащихся высших учебных заведений (бакалавриат) / Б.Р. Мандель. – Москва; Берлин: Директ-Медиа, 2016. – 334 с.:

3. Осипова, Л. А. Генетика в 2 ч. Часть 1: учебное пособие для вузов / Л. А. Осипова.— 2-е изд., испр. и доп.— Москва: Издательство Юрайт, 2021.— 243 с.— (Высшее образование).

4. Генетика: учебник для вузов / Н. М. Макрушин, Ю. В. Плугатарь, Е. М. Макрушина [и др.]; под редакцией д. с.-х. н. [и др.]. — 3-е изд., перераб. и доп. — Санкт-Петербург: Лань, 2021. — 432 с.

5. Общая генетика: учебное пособие / составители М. В. Ульянова [и др.]. — 2-е изд., доп. и перераб. — Кемерово: КемГУ, 2019. — 78 с. — ISBN 978-5-8353-2374-6. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/134334

РАЗДЕЛ IV. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ НЕАЛЛЕЛЬНЫХ ГЕНОВ

Под взаимодействием неаллельных генов понимается взаимодействие двух и более генов, расположенных в разных парах гомологичных хромосом, контролирующие один признак. Различают три основных типа взаимодействия - это комплементарность, эпистаз и полимерия. Расщепление по фенотипу в F_2 при взаимодействии неаллельных генов складывается из

стандартного расщепления 9:3:3:1, характерного для дигибридного скрещивания особей, гетерозиготных по обоим признакам.

Комплементарность (соответствие) – взаимодействие, при котором два доминантных неаллельных гена, взаимодействуя в гибридном поколении, обуславливают новый признак. Расщепление у гибридов F_2 при комплементарном взаимодействии может быть различным (9:3:3:1, 9:3:4, 9:6:1). Комплементарным взаимодействием обусловлено наследование различных типов окраски у животных и растений, например окраска волнистых попугайчиков. Дикий тип – зеленая окраска оперения получается из смеси двух пигментов – желтого (ген А) и синего (ген В). Если в генотипе отсутствует доминантный аллель гена В, то окраску обуславливает желтый пигмент. И, напротив, отсутствие аллеля А обеспечивает синюю окраску. В случае отсутствия обоих пигментов у особей с генотипом aabb оперение остается неокрашенным, т.е. белым.

P	**AAbb**	**x**	**aaBB**	
желтая окраска			**синяя окраска**	
F1		**AaBb**		
		зеленая окраска		
F2	**9/16 A-B-:**	**3/16 A-bb:**	**3/16 aaB-:**	**1/16 aabb**
	зеленая	**желтая**	**синяя**	**белая**

Комплементарным взаимодействием генов обусловлено также наследование окраски венчика цветка у душистого горошка. Доминантный аллель гена А обуславливает синтез розового пигмента, который является субстратом для дальнейших реакций синтеза пигментов. Доминантный аллель гена В отвечает за синтез из розового пигмента синего. Поэтому у гетерозигот А-В- венчик окрашен в синий цвет. У растений с генотипом А-bb синтезируется розовый пигмент, но поскольку нет доминантного аллеля В, реакция превращения в синий цвет не протекает и венчик имеет розовую окраску. Растения, имеющие только доминантный аллель гена В (aaB-), будут неокрашены, поскольку у них не вырабатывается розовый пигмент. Гомозиготы по рецессиву (aabb) также имеют белый венчик из-за отсутствия пигментов. В F_2 при скрещивании растений с синими цветками получаем расщепление 9 синих (А-В-): 3 розовых (А-bb-): 4 белых (3aaB-+1aabb). Такие организмы, имеющие одинаковый фенотип при разном генотипе, называются ***фенокопиями.***

P AAbb x aaBB

розовый венчик **белый венчик**

F1 AaBb

синий венчик

F2 9/16 A-B-: 3/16 A-bb: 3/16 aaB-: 1/16 aabb

9 синий **3 розовый** **4 белый**

Эпистаз - тип взаимодействия неаллельных генов, при котором один ген может подавлять действие другого. При этом ген-эпистатор может быть как в доминантном состоянии (доминантный эпистаз), так и рецессивном состоянии (рецессивный эпистаз). Расщепления по фенотипу у гибридов F_2 составляет 13:3 (окраска оперения у кур), 12:3:1 (окраска плодов тыквы) при доминантном эпистазе и 9:7 (окраска венчика некоторых цветковых) при рецессивном.

Доминантным эпистазом обусловлено наследование окраски плодов тыквы. За синтез пигмента отвечает ген А. Его рецессивный аллель а обеспечивает зеленую окраску плодов, а доминантный аллель А – желтую окраску. Доминантный ген I эпистатирует (подавляет) синтез пигмента и формирует белую окраску. Дигетерозиготные гибриды F_1 с белыми плодами при скрещивании между собой дают расщепление на 12/16 неокрашенных (A-I-за счет действия гена-подавителя, aaI- за счет отсутствия аллеля гена, обеспечивающего синтез пигмента), 3/16 желтых и 1/16 зеленых плодов.

P aaii x AAII

белая окраска

F1 AaIi

белая окраска

F2 9/16 A-I-: 3/16 aaI-: 3/16 A-ii: 1/16 aaii:

белая окраска **желтая** **зеленая**

Взаимодействие генов по типу эпистаза встречается и у человека. Так, за нормальное формирование слуха отвечают доминантные неаллельные гены.

Полимерия – действие одноразмерных генов, при котором наличие признака и его интенсивность определяется доминантными аллелями взаимодействующих генов. Взаимодействующие гены одинаково влияют на один и тот же признак, поэтому их принято обозначать одинаковыми

латинскими буквами с разными индексами: A_1, A_2, A_3, A_4 и т.д. Полимерным взаимодействием определяется наследование окраски зерна у пшеницы.

P $A_1A_1A_2A_2$ x $a_1a_1a_2a_2$

окрашенное зерно **неокрашенное зерно**

F_1 $A_1a_1A_2a_2$

окрашенное зерно

F_2 $9A_1a_1A_2a_2$: $3A_1$-a_2a_2: $3\ a_1a_1A_2$-: $1a_1a_1a_2a_2$

15 окрашенных **неокрашенное**

Из представленной схемы следует, что при наличии в генотипе доминантного аллеля любого из генов, зерно будет окрашено, причем число доминантных аллелей в генотипе здесь значения не имеет. Такой тип полимерии, при котором любая доза гена дает признак, называется ***некумулятивная*.**

Если же мы, помимо наличия окраски зерна пшеницы, будем учитывать и её интенсивность, то расщепление в F2 изменится следующим образом:

P $A_1A_1A_2A_2$ x $a_1a_1a_2a_2$

темно-красное **белое**

F_1 $A_1a_1A_2a_2$

розовое зерно

F_2 **1/16 темно-красное зерно** $A_1A_1A_2A_2$

4/16 красное $A_1A_1A_2a_2$/ $A_1a_1A_2A_2$

6/16 розовое зерно $A_1a_1A_2a_2$/ $A_1A_1a_2a_2$/ $a_1a_1A_2A_2$

4/16 светло-розовое зерно $A_1a_1a_2a_2$/ $a_1a_1A_2a_2$

1/16 белое зерно $a_1a_1a_2a_2$

У гибридов F_2 окраска будет тем интенсивнее, чем больше доминантных аллелей в генотипе растения. Тип взаимодействия, при котором степень выраженности признака определяется числом доминантных аллелей взаимодействующих генов, называется *кумулятивная полимерия*. По этому же типу наследуется степень пигментации кожи у человека.

В таблице 2 представлены основные типы расщепления при взаимодействии неаллельных генов.

Таблица 2

Типы расщепления при взаимодействии неаллельных генов

№	Тип взаимодействия	F_2	$F_{ан.}$
1	Комплементарное взаимодействие	9AB:3Ab:3aB:1ab	1AB:1Ab:1aB:1ab
		9AB:6(Ab+aB):1ab	1AB:2(Ab+aB):1ab
		9AB:3Ab:4(aB+ab)	1AB:1Ab:2(aB+ab)
		9AB:7(Ab+aB+ab)	1AB:3(Ab+aB+ab)
2	Эпистаз	13(AB+Ab+ab):3aB	3(AB+Ab+ab):1aB
		12(AB+Ab):3aB:1ab	2(AB+Ab):1aB:1ab
3	Полимерия (некумулятивная)	$15(9a_1A_2+3A_1a_2+3a_1A_2):1a_1a_2$	$3(A_1A_2+A_1a_2+a_1A_2):1a_1a_2$

Теоретические вопросы

1.Особенности наследования признаков при взаимодействии неаллельных генов.

2. Отличия этого способа наследования признаков от дигибридного скрещивания и множественного аллелизма.

3. Взаимодействие неаллельных генов по типу комплементарности. Расщепления у гибридов второго поколения.

4. Взаимодействие неаллельных генов по типу эпистаза. Доминантный и рецессивный эпистаз. Особенности расщеплений.

5. Полимерия и её виды. Влияния на расщепления.

Лабораторная работа №14
Тема: Физиолого-генетические аспекты проявления антоциановых окрасок у растений

Формирование окраски цветков обеспечивается, в основном, взаимодействием двух систем генов биосинтеза вторичных метаболитов. При этом первой включается система генов синтеза флавоноидных соединений (К - кемпферол, Q 1 и Q 2-кверцетин, M - мирицетин), затем система генов антоцианов (C и R - пеларгонидин, Sm и Sm 1 - цианидин, E - дельфинидин). Аллельные и полимерные гены регулируют количество промежуточных метаболитов на каждом из этапов биосинтеза пигментов. При взаимодействии неаллельных генов происходит замедление или ускорение поэтапного превращения предшествующих соединений в конечные. Ингибирование синтеза флавоноидов или антоцианов приводит к перераспределению общего предшественника. Непрерывная изменчивость признака - результат функционирования аллельных и полимерных генов.

Цель работы: изучить генетическую обусловленность антоциановых окрасок у цветковых растений.

Задачи: 1.Познакомиться с различными группами пигментов.

2.Рассмотреть генетический контроль синтеза флавоноидов.

3. Научиться применять теоретические знания по наследованию признаков при взаимодействии неаллельных генов на практических примерах по

определению генетического контроля наследования окраски венчика цветковых растений.

Биологический материал: венчики растений с различными окрасками – фиалка трехцветная, львиный зев, ночная красавица, василек синий, астры, гладиолусы, тюльпаны, комнатные цветущие растений, гербарии.

Оборудование: плитка, 2 химических термостойких стаканчика, штатив с химическими пробирками, пипетки, ложечка, фильтровальная бумага, воронка.

Реактивы: 20 г питьевой соды, разбавленная соляная кислота.

Ход работы:

1. Получение антоциановой вытяжки из венчиков растений.

1.1. 0,5-1 г красных и синих (фиолетовых) лепестков венчика растений поместить в два термостойких стакана.

1.2. Залить 10 мл воды и довести до кипения на плитке до выхода антоцианов в раствор.

1.3. Отфильтровать вытяжки в чистые пробирки через фильтр.

1.4. Полученную антоциановую вытяжку разделить на 3 пробирки в равных соотношениях (образец №1, образец №2 и образец №3). Образец №1 использовать в качестве контрольного.

2. Изменение окраски антоциановой вытяжки под действием соляной кислоты.

2.1. К образцу №2 антоциановой вытяжки добавлять по каплям разбавленную соляную кислоту до изменения цвета раствора.

2.2. Сравнить опытный образец с контрольным. Наблюдать изменение раствора, отметить в тетради.

3. Изменение окраски антоциановой вытяжки под действием щелочи.

3.1. К образцу №3 вытяжки добавить на кончике стеклянной палочки питьевую соду до изменения окраски.

3.2. Сравнить опытный образец с контрольным. Наблюдать изменение раствора, отметить в тетради.

4. Продумать и сформулировать выводы о роли генов в определении антоциановых окрасок у растений, о типах их взаимодействия. Записать в виде таблицы 2.1.

Таблица 2.1

Признак	Фенотип	Ген	Генотип
Цвет водного экстракта	Синий	-	A-B-
Цвет экстракта в щелочной среде	Зеленый	A	A-bb
Цвет экстракта в кислой среде	Малиновый	B	aaB-

Задание на СРС:

Решение 5 генетических задач на взаимодействие неаллельных генов.

Литература:

1. Алферова, Г. А. Генетика: учебник для вузов / Г. А. Алферова, Г. П. Подгорнова, Т. И. Кондаурова; под редакцией Г. А. Алферовой. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2021. — 200 с.
2. Инге-Вечтомов, С. Г. Генетика с основами селекции: учеб. для студентов высш. учеб. заведений / Сергей Георгиевич; С. Г. Инге-Вечтомов. - 2-е изд. - СПб.: Издательство Н-Л, 2010.

РАЗДЕЛ V. ЗАКОНОМЕРНОСТИ СЦЕПЛЕННОГО НАСЛЕДОВАНИЯ ПРИЗНАКОВ

Исследования Моргана и его школы показали, что в гомологичных парах хромосом регулярно происходит обмен генами. Два гена, находящихся в одной хромосоме, не могут наследоваться независимо друг от друга. Совместное наследование генов, расположенных в одной хромосоме, ограничивает их свободное комбинирование. Морган предложил называть такое явление ***сцеплением генов***. Сцепленное наследование может быть ***полным*** **–** при котором группа сцепления не нарушается, все гены наследуются совместно, и ***неполным*** – группа сцепления нарушается процессом **кроссинговера.**

Группа сцепления – это совокупность генов, локализованных в одной хромосоме.

Процесс обмена идентичными участками гомологичных хромосом с содержащимися в них генами называют перекрестом хромосом или ***кроссинговером***. Кроссинговер обеспечивает новые сочетания генов – рекомбинацию.

Механизм перекреста хромосом связан с поведением гомологичных хромосом в **профазе I мейоза**. Кроссинговер происходит на четырехцепочечной, или тетрадной, стадии мейоза, когда каждая хромосома состоит из двух хроматид и приурочен к образованию **хиазм**.

Процесс кроссинговера обеспечивает генетическую изменчивость организма, которую принято называть ***рекомбинационной.***.

Теоретические вопросы

1. На чем основано явление сцепленного наследования?
2. С чем связано нарушение законов Менделя при сцепленном наследовании?
3. Что такое кроссинговер и когда он происходит?

Лабораторная работа №15
Тема: Изучение механизма кроссинговера

Цель работы: изучение закономерностей наследования признаков при сцепленном наследовании.

Задачи:
1. Повторение основных закономерностей поведения хромосом на каждой стадии мейоза.
2. Развитие у студентов образного и абстрактного мышления.
3. Изучение особенностей наследования генов, расположенных на одной хромосоме.

Оборудование: пластилин, дощечки для лепки, стеки, таблицы и схемы и фотографии, на которых изображен процесс кроссинговера.

Ход работы:
1. Внимательно рассмотреть таблицы, рисунки и фотографии.
2. Используя пластилин создать модели конъюгации, перекрещивания хроматид и образования хиазм, последующее отталкивание хромосом, начинающееся от центромеры, сползание хиазм и расхождение гомологов.
3. Рассмотреть четыре типа хиазм: одиночные; двойные, затрагивающие пару хроматид; двойные, затрагивающие три хроматиды; двойные, затрагивающие четыре хроматиды.
4. Изучить гипотетическое поведение генов при всех возможных перекрестах.
5. Сделать выводы.

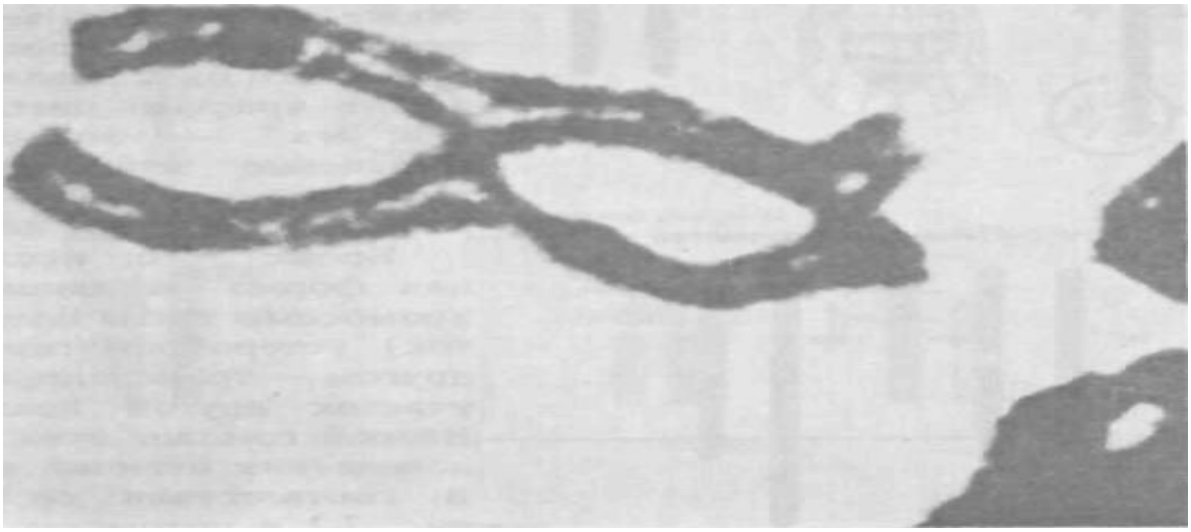


Рис. 1. Хиазмы в диплотене в одном из бивалентов у кузнечика (D. Suzuki, A.Griffiiths, R. Levontin, 1981).

Задание на СРС:
Решить 5 генетических задач на сцепление и кроссинговер.

Литература:
1. Давыдова, О. К. Генетика бактерий в вопросах и ответах: учебное пособие / О. К. Давыдова; Оренбургский государственный университет. – Оренбург: Оренбургский государственный университет, 2015. – 178 с.

2. Мандель, Б. Р. Основы современной генетики: учебное пособие для учащихся высших учебных заведений (бакалавриат) / Б. Р. Мандель. – Москва; Берлин: Директ-Медиа, 2016. – 334с.

РАЗДЕЛ VI. НАСЛЕДОВАНИЕ ПРИЗНАКОВ, СЦЕПЛЕННЫХ С ПОЛОМ

Признаки, гены которых локализованы на половых хромосомах, называют ***признаками, сцепленными с полом.*** Закономерности наследования этих признаков определяются особенностями наследования самих половых хромосом. У большинства живых организмов (в том числе человек и дрозофила) самки являются гомогаметным полом: они содержат две одинаковые Х хромосомы. Самцы гетерогаметны, они содержат две хорошо различимые по строению хромосомы: Х и У. Наследование пола осуществляется по следующей схеме:

Гомогаметные по половым хромосомам самки образуют только один тип гамет Х, а гетерогаметные самцы образуют 2 типа гамет – Х и Y. В результате оплодотворения образуются самцы с генотипом XY и самки с генотипом XX. Такой механизм наследования пола обеспечивает наличие в популяции одинакового числа мужских и женских особей.

В Х-хромосоме локализован ряд генов, которые, следовательно, наследуются сцепленно с полом. Учитывая, что у самцов Y-хромосома таких генов не содержит, всякий ген, локализованный в Х-хромосоме, независимо от того, доминантный он или рецессивный, проявляется так, как будто он находится в гомозиготном состоянии. Подобное состояние называется ***гемизиготным***. Например, все самцы дрозофилы, у которых в Х-хромосоме локализован рецессивный ген white, будут белоглазыми.

Для изучения наследования признаков, сцепленных с полом, рекомендуется взять мух с генотипом Normal и скрещивать с рецессивным мутантом white (ген white локализован на Х-хромосоме). В F_1 и в F_2 отношение мужских и женских особей будет одинаково – 1:1, наследование окраски глаз зависит от генотипов материнской и отцовской особей. При

скрещивании, когда материнская особь Normal, а отцовская white, все мухи F_1 имеют красные глаза, присущие материнским особям. В F_2 по окраске глаз наблюдается расщепление 3:1. Причем, все самки имеют красные глаза, а у самцов 50% особей красноглазых и 50% - белоглазых. При обратном скрещивании белоглазых самок с красноглазыми самцами в F_1 все самки имеют красные глаза, а самцы - белые. В F_2 по окраске глаз наблюдается расщепление 1:1. Причем, как у самок, так и у самцов 50% имеют красные, 50% - белые глаза.

Теоретические вопросы

1.Закономерности наследования признаков, сцепленных с полом.
2.Наследование пола. Гомо- и гетерогаметный пол.
3.Гемизиготное состояние гена.
4.Особенности наследования признаков, сцепленных с Х-хромосомой.
5.Голандрический тип наследования.

Лабораторная работа №16
Тема: Наследование мутации белые глаза у *Drosophila melanogaster*

Цель работы: Изучить закономерности наследования признаков, сцепленных с полом на примере наследования мутации *white* у дрозофилы.

Задачи:

1. Познакомиться с определением пола у дрозофилы.
2. Провести скрещивание ♀Normal x ♂white, ♂ Normal x ♀white.
3. Составить схему теоретически ожидаемого расщепления.
4. Проанализировать F_1 и поставить их на скрещивание для получения F_2. **5.** Получить мух F_2 и проанализировать их.

Биологический материал: линии Drosophila melanogaster Normal (красные глаза), white (белые глаза).

Оборудование: стаканчики или широкие пробирки диаметром 4 см со свежеприготовленной средой; ватные пробки; эфир и морилки; молочно-белое стекло; лупа; пинцеты; кисти.

Ход работы:

1.Постановка скрещивания дрозофилы.
1.1. Отобрать 2-3 виргинные самки white и поместить в стаканчик со средой с 3-4 самцами линии Normal.
1.2. Отобрать 2-3 виргинные самки Normal и поместить в стаканчик со средой с 3-4 самцами white.
1.3. Через 10-12 суток после постановки скрещивания, когда в стаканчике начнется массовое вылупление мух F_1, их следует усыпить и проанализировать. Сначала отделяют самцов от самок, а затем подсчитывают число белоглазых и красноглазых особей в каждой группе. Результаты подсчета следует записать в таблицу 4.

1.4. Среди гибридов F_1 следует отобрать 2-3 женские особи и 3-4 мужских и поместить их в чистые пробирки с питательной средой для получения F_2.
1.5. Через 10-12 дней в стаканчиках начнется массовое вылупление мух F_2. Их следует усыпить и анализировать на матово-белом стекле. Результаты занести в таблицу 4.

Таблица 4

Результаты гибридологического анализа при наследовании признаков, сцепленных с полом

Линии и гибриды	Проанализировано мух					Расщепление по окраске глаз	
	Всего	В том числе				Теоретически ожидаемое	Фактически полученное
		♀	♂	Normal	white		
Прямое скрещивание							
♀ Normal ♂ white F_1 Normal x white: самки самцы F_2 Normal x white: самки самцы							
Обратное скрещивание							
♀ white ♂ Normal F_1 white x Normal: самки самцы F_2 white x Normal: самки самцы							

2.Анализ наследования мутации *white* у дрозофилы.
2.1. Составьте схему скрещивания и определите ожидаемое расщепление по фенотипу и генотипу у гибридов первого и второго поколения от прямого и обратного скрещивания, учитывая рецессивный характер мутации white. В прямом скрещивании, когда материнская особь Normal, а отцовская white, все мухи F_1 имеют красные глаза, а у гибридов F_2 наблюдается расщепление в соотношении 3:1. Причем, все самки имеют красные глаза, а у самцов 50%

особей красноглазых и 50% - белоглазых. При обратном скрещивании белоглазых самок с красноглазыми самцами в F_1 все самки имеют красные глаза, а самцы - белые. В F_2 по окраске глаз наблюдается расщепление 1:1. Причем, как у самок, так и у самцов 50% имеют красные, 50% - белые глаза.
2.2.Сформулируйте нулевую гипотезу о характере наследования данной мутации.
2.3.Пользуясь методом соответствия (χ^2) найдите теоретически ожидаемое число потомков каждого фенотипического класса у гибридов первого поколения (обратное скрещивание) и второго поколения и определить величину χ^2.
2.4.Сформулируйте выводы о правильности нулевой гипотезы о характере наследования мутации *white*.

Задание на СРС:
1**.** Решение 5 генетических задач на наследование признаков, сцепленных с полом.
2. Оформление таблицы по лабораторной работе.

Литература:
1. Генетический анализ дрозофилы: практикум: учебное пособие / составители О. В. Гумерова, Г. Ф. Галикеева. — Уфа: БГПУ имени М. Акмуллы, 2020. — 55 с. — ISBN 978-5-907176-71-3. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/170430
2. Общая генетика: практикум: [16+] / авт.-сост. М. В. Ульянова, В. Г. Дружинин, М. Б. Лавряшина; Кемеровский государственный университет. – 2-е изд., перераб. и доп. – Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2019. – 78 с.

Лабораторная работа №17
Тема: Определение полового Х-хроматина

Половой хроматин (тельце Барра) — конденсированный хроматин (гетерохроматин), содержащий ДНК одной из двух Х -хромосом в ядрах клеток женского организма. В медицинской практике при экспресс-диагностике половой хроматин определяют в эпителиальных клетках слизистой оболочки щеки или в мазке периферической крови. В ядрах эпителиальных клеток половой хроматин выявляется в виде компактной глыбки хроматина, называемой тельцем Барра. В лейкоцитах периферической крови половой хроматин выявляется в виде «барабанных палочек» — глыбок хроматина, связанных тонкой нитью с ядром клетки. Исследование полового хроматина, кроме половой принадлежности, позволяет также установить аномалии в числе Х-хромосом (рис. 2).

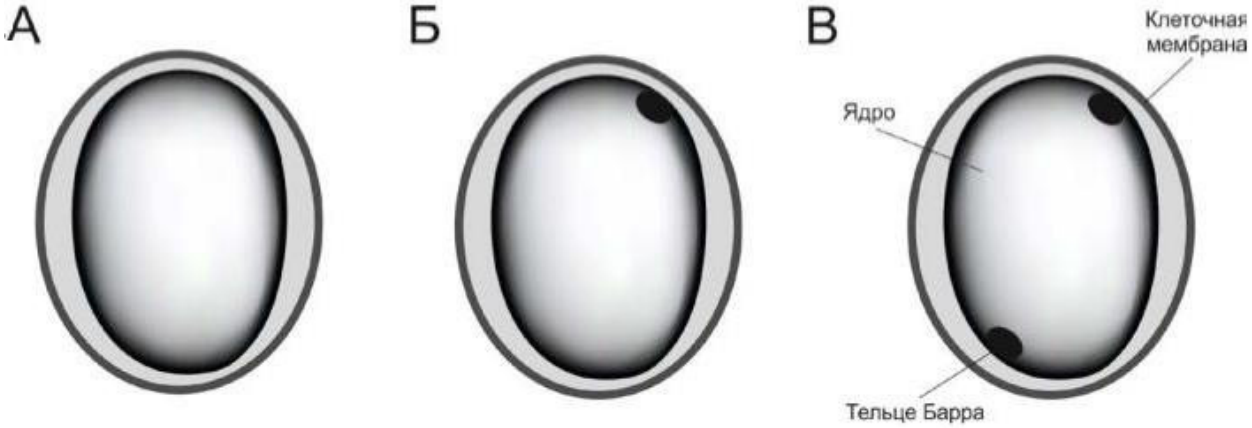


Рис. 2. Половой хроматин в эпителиальной клетке слизистой оболочки щеки человека.
А — мужчина; Б —женщина; В — женщина с дополнительной Х-хромосомой (47XXX). Овальной формы (0,7–1,2 мкм) тельце Барра локализуется на внутренней ядерной мембране [из: Moor K.L., 1977].

Цель работы: научиться делать препарат буккального эпителия; анализировать препарат под микроскопом; подсчитывать количество клеток, имеющих половой хроматин.

Оборудование: микроскоп, шпатели, спирт, марлевые салфетки, краска - ацетоорсеин, стёкла: предметные и покровные.

Ход работы:

1) Приготовить предметное и покровное стекло: тщательно протереть их марлевой салфеткой.
2) Шпатель обработать спиртом и протереть салфеткой.
3) Протереть слизистую щеки и быстрым скользящим движением шпателя произвести соскоб.
4) Полученный материал перенести на предметное стекло и сделать тонкий мазок.

5) На мазок капнуть каплю 1 % ацетоорсеина и накрыть покровным стеклом. Сверху положить слой фильтровальной бумаги и слегка надавить пальцем в течение нескольких секунд. Удалить остатки краски. Не допустить сдвигание покровного стекла!
6) Изучение препарата производят в световом микроскопе с иммерсионной системой (× 1200 – 1500).

На препарате половой хроматин виден в виде тельца, окрашенного в тёмный цвет окружённого более светлым ореолом. Размер его около 1 мкм. Расположен чаще всего под ядерной мембраной. Форма полового хроматина может быть чаще всего овальной, треугольной, реже иной.

В норме половой хроматин определяется в среднем у 30 % клеток женщин. Поэтому необходимо просмотреть несколько полей зрения в разных местах препарата и просчитать не менее 100 ядер.
7) Сделать вывод о содержании Х-хроматина у обследованного и заполните таблицу.

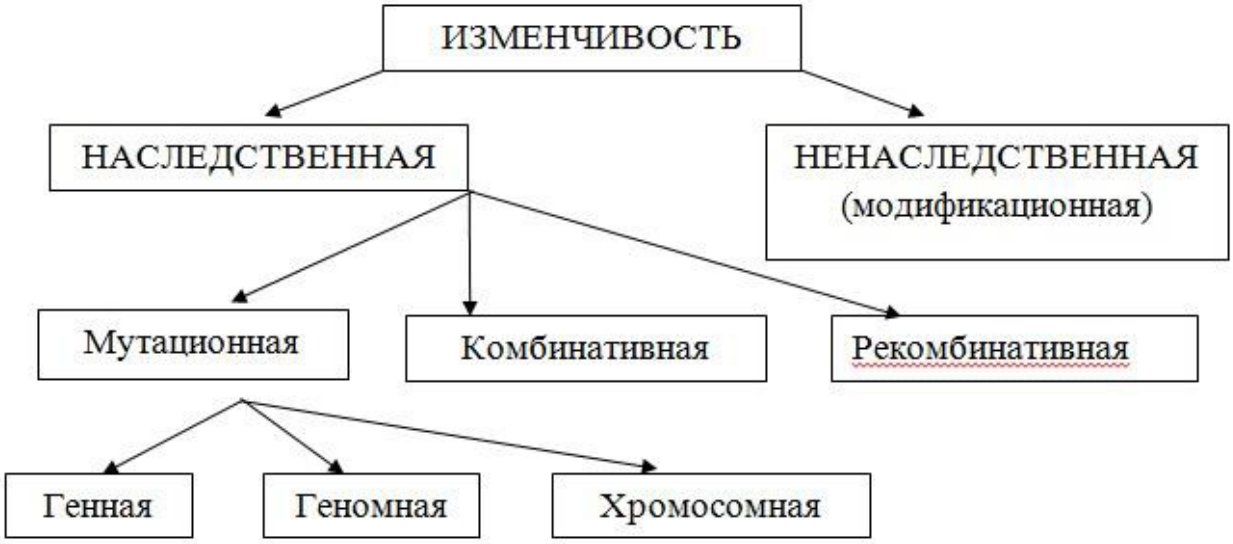
Название болезни	Количества аутосом	Количество половых хромосом	Кариотип	Количество телец Бара ♂ ♀
Болезнь Дауна				
Синдром Шерешевского – Тернера				
Синдром Клайнфельтера				

Задание на СРС:
Ответьте на следующие вопросы:
1. Почему препарат кладётся покровным стеклом вверх, а не вниз?
2. Чему равно фокусное расстояние объективов 8х и 40х?
3. Для чего необходимо знать фокусное расстояние объективов?
4. Какой структурный компонент клетки содержит хроматин?
5. Что содержится в нуклеоплазме?
6. Как под микроскопом выглядит половой хроматин?
7. Чем образован половой хроматин?

Литература:
1. Мандель, Б. Р. Основы современной генетики: учебное пособие для учащихся высших учебных заведений (бакалавриат) / Б. Р. Мандель. – Москва; Берлин: Директ-Медиа, 2016. – 334с.
2. Общая генетика: практикум: [16+] / авт.-сост. М. В. Ульянова, В. Г. Дружинин, М. Б. Лавряшина; Кемеровский государственный университет. – 2-е изд., перераб. и доп. – Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2019. – 78 с.

РАЗДЕЛ VII. ИЗМЕНЧИВОСТЬ И ЕЁ ТИПЫ

Изменчивость – это способность организмов утрачивать старые признаки и приобретать новые. Изменчивость делится на два типа: ненаследственная (модификационная), которая не передается потомству, и наследственная, связанная с изменением генотипа. Наследственная изменчивость может быть вызвана комбинацией родительских генов в потомстве (комбинативная изменчивость), комбинацией генов в пределах одного организма за счет процесса кроссинговера и вставки так называемых мобильных генетических элементов (рекомбинативная изменчивость) и, наконец, различными типами мутаций (мутационная изменчивость). Генная изменчивость вызвана мутацией в пределах конкретного гена, хромосомная – мутацией отдельной хромосомы, геномная – изменением числа хромосом в геноме. Все эти мутации закрепляются в генотипе и могут передаваться потомству.



Теоретические вопросы

1. Изменчивость и её типы.
2. Мутации. Виды мутаций.
3. Множественный аллелизм.
4. Критерии аллелизма.
5. Модификационная изменчивость и норма реакции.
6. Вариационный ряд и вариационная кривая.
7. Показатели модификационной изменчивости, характеризующие разнообразие признаков.
8. Свойства средних величин.

Лабораторная работа № 18
Тема: Анализ генных мутаций по типу множественного аллелизма

Мутационная изменчивость – это тип наследственной изменчивости, обусловленной возникновением **мутаций** – внезапных скачкообразных изменений генотипа. Мутации могут затрагивать отдельный ген (**генные мутации**), целую хромосому (**хромосомные мутации**) или изменять количество хромосом в геноме (**геномные мутации**).

К одному из основных из генетических явлений, увеличивающих резерв мутационной изменчивости и широко распространенных в природе, относится **множественный аллелизм**. Это явление связано с наличием в популяции более двух аллелей одного гена и часто возникает в результате генных мутаций. Так, окраску глаз у дрозофилы определяют более 50 генов, локализованных в различных хромосомах и взаимодействующих между собой. Если все эти гены представлены аллелями дикого типа, то при взаимодействии они определяют красную окраску глаз. Мутация даже в одном из генов может привести к изменению окраски глаз. Например, если ген *white* находится в мутантном гомозиготном состоянии, то глаза будут белые, а мутация в гене *vermilion* в гомозиготе определит гвоздичный цвет глаз.

Таким образом, изменение признака, по которому мы судим об изменении генотипа, может быть обусловлено мутациями в разных генах. Возникает вопрос: как определить , произошли две какие-либо независимо возникшие мутации в одном гене, или в разных, т.е. аллельны они, или нет? Каков критерий аллелизма? Ответ на этот вопрос дал еще Т.Морган, предложив функциональный (или комплементарный) критерий аллелизма. В его основе лежит представление о том, что при скрещивании двух мутантных форм, несущих мутации разных генов, определяющих один и тот же признак, возникает дигетерозигота, имеющая дикий фенотип. Аллели дикого типа доминируют в обоих случаях над мутантными и взаимодействуют между собой по типу комплементарности (откуда и произошло название критерия), определяя дикий фенотип гибрида. Если скрещиваются формы, имеющие мутантные аллели одного гена, то у гетерозиготных гибридов дикий тип не проявляется, а в зависимости от характера доминирования имеет место полное или неполное проявление признака одной из скрещиваемых форм. Функциональный тест в ряде случаев не является абсолютным, однако именно он (или аналогичный ему цис-транс тест) используется на практике для установления аллелизма.

Цель работы: познакомиться с генными мутациями и явлением множественного аллелизма, наследованием в серии множественных аллелей, функциональным критерием аллелизма.

Материал: гербарий листьев белого клевера (Trifolium repens); коллекция готовых микропрепаратов линий дрозофилы, различающихся по окраске глаз.

Живые объекты: на каждого студента - по три пробирки: в одной F1 от скрещивания дрозофил, имеющих белые и абрикосового цвета глаза; в другой F1 от скрещивания мух с белыми глазами и глазами киноварного цвета и в третьей F1 от скрещивания мух с абрикосовыми глазами и мух с глазами киноварного цвета. Возможно использование готовых цитологических препаратов.

Оборудование: микроскопы, лупы, простые карандаши, эфир, морилка, чашки Петри, ватные пробки, молочно-белое стекло, кисти, пинцеты.

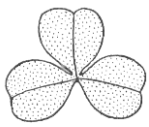
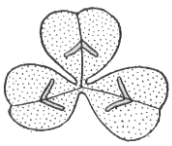
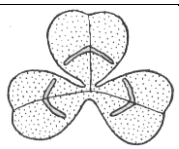
Ход работы:

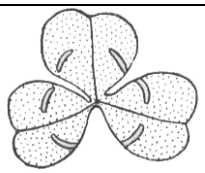
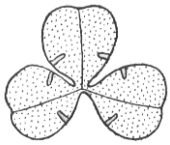
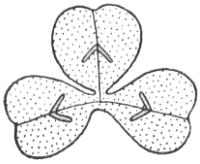
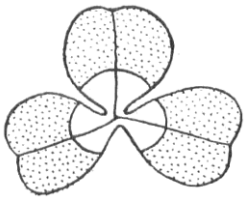
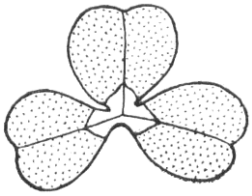
1.1.Ознакомиться с гербарием листьев белого клевера, проанализировать наличие и форму рисунка седых пятен на листьях. Ген, определяющий этот признак, обозначается буквой V с индексами и представлен восемью наиболее часто встречающимися аллелями (табл.5).

1.2.Сравнивая рисунок на листе гербария с рисунками, изображенными в таблице, определите генотип каждого экземпляра. В случае, если рисунки пятен, определяемые двумя аллелями, сливаются или имеет место полное доминирование, что делает невозможным определение генотипа, установите фенотипический радикал. Например, V^BV^H и V^BV^B имеют одинаковый фенотип (^-образное пятно с разрывом), V^BV^P и V^BV^B также фенотипически не различаются, поскольку аллель V^B полностью доминирует над аллелями V^H и V^P. Поэтому в данном случае логично обозначить только фенотипический радикал V^B-. Особи с генотипами V^FV^P и V^FV^L неотличимы от V^FV^F в силу слияния рисунков. Гетерозиготы с аллелем v также не отличаются от доминантных гомозигот.

1.3. Зарисуйте предложенные вам экземпляры и, пользуясь таблицей, определите генотипы или фенотипические радикалы. Запишите символы. Составьте серию всех встретившихся аллелей.

Таблица 5

Рисунок	Фенотип	Ген	Генотип
	Пятно отсутствует	v	vv
	Сплошное ^-образное пятно	V	VV, Vv
	Сплошное высокое ^-образное пятно	V^H	V^HV^H, V^Hv

	^-образное пятно с разрывом	V^B	V^BV^B, V^BV, V^BV^H V^BV^P
	Высокое ^-образное пятно с разрывом	V^{Bh}	$V^{Bh}V^{Bh}$,$V^{Bh}V$
	^-образное пятно в центре	V^P	V^PV^P, V^PV
	Сплошное треугольное пятно на основании	V^F	V^FV^F, V^FV
	Сплошное небольшое треугольное пятно на основании	V^L	V^LV^L

2.Изучите коллекцию линий дрозофил, различающихся по окраске глаз, и познакомьтесь с серией множественных аллелей, отвечающих за этот признак. Серия аллелей, определяющих окраску глаз у дрозофилы, обозначается первой буквой от названия признака, впервые описанного: w (white - белый). Индекс указывает название признака, определяемого каждой конкретной аллелью: w^a - абрикосовые глаза, w^e – эозиновые, w^{ch} – вишневые, w^+ - красные (дикий тип), cn – киноварные. Опишите каждую линию. Все фенотипические описания должны сопровождаться указанием генотипа особи.

3.Определение аллельности мутаций в генах, определяющих окраску глаз у дрозофилы с помощью функционального критерия аллелизма. Для решения вопроса о том, аллельны ли мутации, обуславливающие белую, абрикосовую и киноварную окраску глаз у дрозофилы, необходимо провести следующие скрещивания:

Абрикосовые глаза х Белые глаза

Киноварные глаза х Абрикосовые глаза

Киноварные глаза х Белые глаза

3.1.Ознакомьтесь с результатами скрещиваний. Опишите окраску глаз у исходных и гибридных мух в каждом типе скрещивания в виде схемы:

Скрещивание №1 P ♀ абрикосовые глаза х ♂ белые глаза

↓

F_1 абрикосовые глаза

Скрещивание №2 P ♀ киноварные глаза х ♂ абрикосовые глаза

↓

F_1 красные глаза (дикий тип)

Скрещивание №3 P ♀ киноварные глаза х ♂ белые глаза

↓

F_1 красные глаза (дикий тип)

3.2.Анализируя результаты скрещивания №1, можно заключить, что мутации, определяющие белую и абрикосовую окраску глаз, аллельны, поскольку при скрещивании появилась окраска одной из родительских форм. У гибридов, полученных в результате скрещиваний №2 и №3, проявился новый признак – красная окраска глаз, что говорит о взаимодействии двух неаллельных генов по типу комплементарности.

3.3.Составьте схемы приведенных скрещиваний. Аллели гена w (white) локализованы в Х-хромосоме. Признаки белый и абрикосовый цвет глаз будут сцеплены с полом, поэтому самки имеют две аллели, а самцы – одну. Киноварный цвет глаз определяет ген cn, локализованный во II хромосоме. У мух с киноварной окраской глаз это ген в гомозиготном состоянии, а в Х-хромосоме они имеют аллель дикого типа гена *white*, которая обозначается как w^{+}. Мухи с абрикосовыми глазами гомозиготны по гену w^a - w^aw^a, а во II хромосоме обязательно имеют аллель дикого типа гена cn, которая обозначается cn^+. Проявление у гибридов от скрещивания №2 дикого типа (красных глаз) можно объяснить так: аллель w^+ доминирует над w^a, а аллель cn^+ над аллелью cn. Неаллельные гены w^+ и cn^+ взаимодействуют между собой по типу комплементарности и определяют красную окраску глаз, характерную для дикого типа.

Задание на СРС:

1. Летом собрать гербарий клевера с различными типами рисунка седых пятен на листьях и описать их.
2. Решить 5 задач на скрещивания дрозофил.

Литература:

1. Генетический анализ дрозофилы: практикум: учебное пособие / составители О. В. Гумерова, Г. Ф. Галикеева. — Уфа: БГПУ имени М. Акмуллы, 2020. — 55 с. — ISBN 978-5-907176-71-3. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/170430 (

2. Общая генетика: практикум: [16+] / авт.-сост. М. В. Ульянова, В. Г. Дружинин, М. Б. Лавряшина; Кемеровский государственный университет. – 2-е изд., перераб. и доп. – Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2019. – 78 с.

Лабораторная работа № 19

Тема: Модификационная изменчивость

Фенотипическое разнообразие особей, имеющих одинаковые генотипы, но развивающихся в различных условиях внешней среды, называется ***модификационной изменчивостью.*** Сущность модификационной изменчивости особенно хорошо видна на примере ***количественных признаков*** (такие свойства организма, которые можно охарактеризовать количественно – измерять, взвешивать и т.д., но их невозможно разложить на четкие фенотипические классы): организм наследует способность развития признака, степень выраженности которого зависит от взаимодействия генотипа и условий среды. Пределы, в которых данная способность может проявляться называются ***нормой реакции.***

В группе особей, взятых для изучения, различные вариации одного и того же количественного признака встречаются неодинаковое число раз. Частота проявления определенных значений признака в совокупности называется **распределением.** Наглядное представление о разнообразии признака изучаемой совокупности дает графическое изображение этого распределения признака. Распределение можно изобразить в виде вариационного ряда, вариационной кривой или гистограммы. Для построения вариационного ряда, прежде всего, следует найти лимиты – максимальное (x_{max}) и минимальное (x_{min}) значение вариант. Лимиты указывают на общий размах модификационной изменчивости и широту нормы реакции изучаемых признаков. Двойной ряд чисел, отражающий распределение вариант по классам, называют ***вариационным рядом*.**

$n=\sum f$, *где f - частота*

Основной параметр вариационного ряда – ***среднее арифметическое -*** $\bar{x}$**,** которое определяется по формуле:

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i \cdot f}{n}$$

Среднее арифметическое является той величиной, которая меньше любой другой отличается от всех варьирующих величин, оно является коллективным портретом совокупности.

Вторым основным параметром вариационного ряда является ***стандартное отклонение.*** Обозначают его **σ** и определяют по формуле:

$$\sigma = \pm\sqrt{\frac{\sum (x_i - \overline{x})^2 \cdot f}{n-1}}$$

Стандартное отклонение показывает, насколько в среднем каждая вариация отличается от среднего арифметического, а знак «±» показывает, что есть значения как больше, так и меньше, чем среднее.

При изучении модификационной изменчивости необходимо ответить на вопрос: «Насколько выборка (случайно отобранная группа) соответствует генеральной совокупности?». Поэтому нужно определить пределы, в которые будут укладываться средние арифметические всех выборок, сколько бы их не взяли из генеральной совокупности. Такая величина называется ***ошибкой средней арифметической,*** она обозначается m и вычисляется по формуле:

$$m = \frac{\sigma}{\sqrt{n-1}}$$

Ошибкой ее назвали не случайно, т.к. она показывает, насколько ошибаются, считая, что среднее арифметическое выборки равно среднему арифметическому генеральной совокупности. Значит, среднее арифметическое генеральной совокупности лежит в пределах $\overline{x} \pm$ m.

Вариационный ряд можно изобразить графически в виде ***гистограммы*** или линейной кривой – ***полигона распределения***. Для этого, используя систему координат, строят график: на горизонтальной оси (оси абсцисс) откладывают значения вариаций (x_i), а на вертикальной (оси ординат) – частоты (f). Если частоту каждой варианты изобразить в виде столбика, получают ступенчатую кривую, называемую ***гистограммой***. Если в местах пересечения перпендикуляров, восстановленных из значений вариант, с

горизонтальными линиями, проведенными из соответствующих им частот, ставят точки, которые затем соединяют ломаной линией, то получают ***вариационную кривую (***рис. 3***).***

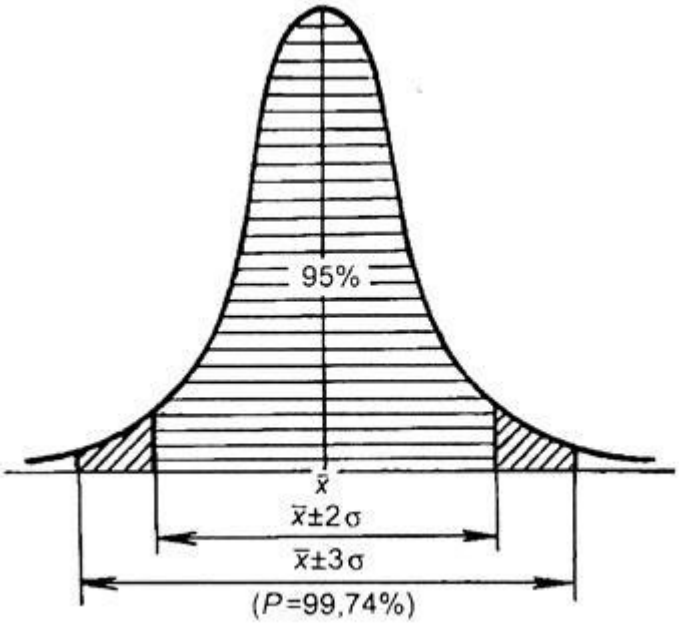


Рис. 3. Кривая нормального распределения признака

На графике хорошо видно, что среднее значение признака встречается чаще всего, а вариации, значительно отличающиеся от средней, встречаются очень редко. Поэтому необходимо оценить отношение отдельных вариант к средней арифметической. Такая оценка проводится при помощи ***нормированного отклонения (t)***.

$$t = \frac{x - \bar{x}}{\sigma}$$

Оказывается, в большинстве случаев, максимальная и минимальная варианты отстоят от среднего арифметического приблизительно на 3 σ. И чем больше выборка, тем точнее это правило. Иными словами, пределы модификационной изменчивости определяются $\bar{x} \pm 3\sigma$ - ***правило трех сигм.***

Цель работы: Ознакомление с различными типами распределения количественных признаков и приобретение навыков их графического изображения.

Задачи:

1.Построить вариационную кривую для признака интеллект (IQ);

2. Посчитать среднее арифметическое и стандартное отклонение в выборке для данного признака.

Ход работы:

П р и м е р. При изучении генеральной совокупности студентов по коэффициенту интеллекта (IQ), определенным по тесту Кеттелла, составлена следующая выборка, численностью 123 человек: 115, 141, 98, 89, 110, 100, 96, 112, 121, 134, 145, 85, 115, 112, 90, 110, 111, 115, 110, 97, 94, 116, 119, 118, 115, *84,* 115, 112, *144*

Для построения вариационного ряда, прежде всего, следует найти лимиты – максимальное (x_{max}) и минимальное (x_{min}) значение вариант. В приведенной выборке они выделены. Лимиты указывают на общий размах модификационной изменчивости и широту нормы реакции изучаемых признаков.

Установив границы классов, приступают к разноске вариант по классам, для чего составляют таблицу:

Варианта x_i	Частота f	$x_i \times f$	Отклонения $\overline{x} - x_i$	Квадраты отклонений $(\overline{x} - x_i)^2$	$(\overline{x} - x_i)^2 \times f$
84	1	84	-31	961	-29791
89	4	356	-26	676	-17576
95	6	570	-20	400	-8000
101	9	909	-14	196	-2744
105	12	1260	-10	100	-1000
112	17	1904	-3	9	-27
115	25	2875	0	0	0
121	18	2178	6	36	216
124	11	1364	9	81	729
129	9	1161	14	196	2744
135	7	945	20	400	8000
140	3	420	25	225	5625
144	1	144	29	841	24389
	n= 123	*∑ 14170*		∑ = 4121	∑ =-17435

В первой колонке выписываются все значения вариант (x_i) по возрастанию, начиная от минимального значения. Во второй колонке – количество вариант в классе, называемое ***частотой (f)*** **.** Двойной ряд чисел, отражающий распределение вариант по классам, называют ***вариационным рядом.***

$$n=\sum f, \qquad n=123$$

Основной параметр вариационного ряда – ***среднее арифметическое*** ($\overline{x}$)**,** которое определяется по формуле:

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i \cdot f}{n} \qquad \bar{x} = 115$$

Среднее арифметическое является той величиной, которая меньше любой другой отличается от всех варьирующих величин, оно является коллективным портретом совокупности.

Вторым основным параметром вариационного ряда является ***стандартное отклонение.*** Обозначают его **σ** и определяют по формуле:

$$\sigma = \pm\sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2 \cdot f}{n-1}} \qquad \boldsymbol{\sigma = \pm 11{,}9}$$

для нахождения стандартного отклонения необходимо из каждой вариации вычесть среднее арифметическое, которое является своеобразным стандартом, разность возвести в квадрат и сумму квадратов разделить на **n-1**, называемое ***числом степеней свободы,*** затем вновь сделать величину линейной, т.е. извлечь квадратный корень.

Стандартное отклонение показывает, насколько в среднем каждая вариация отличается от среднего арифметического, а знак «±» показывает, что есть значения как больше, так и меньше, чем среднее.

При изучении модификационной изменчивости необходимо ответить на вопрос: «Насколько выборка (случайно отобранная группа) соответствует генеральной совокупности?». Поэтому нужно определить пределы, в которые будут укладываться средние арифметические всех выборок, сколько бы их не взяли из генеральной совокупности. Такая величина называется ***ошибкой средней арифметической,*** она обозначается m и вычисляется по формуле:

$$m = \frac{\sigma}{\sqrt{n-1}}$$

m = 1,08

ошибкой ее назвали не случайно, т.к. она показывает, насколько ошибаются, считая, что среднее арифметическое выборки равно среднему арифметическому генеральной совокупности.

Значит, среднее арифметическое генеральной совокупности лежит в пределах $\bar{x} \pm$ m.

Вариационный ряд можно изобразить графически в виде ***гистограммы*** или линейной кривой – ***полигона распределения***. Для этого, используя систему координат, строят график: на горизонтальной оси (оси абсцисс) откладывают значения вариаций (x_i), а на вертикальной (оси ординат) – частоты (f). Если частоту каждой варианты изобразить в виде столбика, получают ступенчатую кривую, называемую ***гистограммой***. Если в местах пересечения перпендикуляров, восстановленных из значений вариант, с горизонтальными линиями, проведенными из соответствующих им частот, ставят точки,

которые затем соединяют ломаной линией, то получают ***вариационную кривую.***

На графике хорошо видно, что среднее значение признака встречается чаще всего, а вариации, значительно отличающиеся от средней, встречаются очень редко. Поэтому необходимо оценить отношение отдельных вариант к средней арифметической. Такая оценка проводится при помощи ***нормированного отклонения (t)***. Показатель нормированного отклонения удобен как для оценки отдельных вариант, так и при характеристике сравниваемых групп.

$$t = \frac{x - \bar{x}}{\sigma}$$

Оказывается, в большинстве случаев, максимальная и минимальная варианты отстоят от среднего арифметического приблизительно на 3 σ. И чем больше выборка, тем точнее это правило. Иными словами, пределы модификационной изменчивости определяются $\bar{x} \pm 3\sigma$- ***правило трех сигм.***

Задание на СРС:

1. Построить вариационную кривую по данным лабораторной работы.
2. Решить 5 задач по определению параметров модификационной изменчивости.

Литература:

1. Алферова, Г. А. Генетика: учебник для вузов / Г. А. Алферова, Г. П. Подгорнова, Т. И. Кондаурова; под редакцией Г. А. Алферовой. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2021. — 200 с.
2. Инге-Вечтомов, С. Г. Генетика с основами селекции: учеб. для студентов высш. учеб. заведений / Сергей Георгиевич; С. Г. Инге-Вечтомов. - 2-е изд. - СПб.: Издательство Н-Л, 2010.

Лабораторная работа №20
Тема: Генетическая детерминация признаков человека

Цель работы: составление «генетического портрета» индивида

Задачи:

2. Рассмотреть генетический контроль некоторых признаков человека.
3. Научиться применять теоретические знания для определения генетических основ детерминации признаков человека.
4. Наверное, вы не раз удивлялись, почему все люди так не похожи друг на друга, даже близкие родственники не выглядят точной копией друг друга.
5. Это связано с большим разнообразием существующих характерных черт в человеческой популяции и новыми их сочетаниями, образующимися в процессе репродукции человека.

Ход работы:

В ходе выполнения лабораторной работы нужно заполнить следующую таблицу по всем пунктам:

Таблица 6

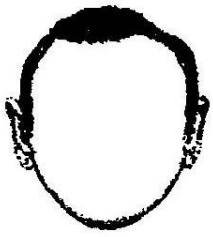
признак	Ген от мамы	Ген от папы	Генотип	Фенотип

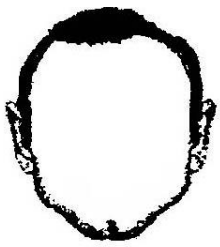
Например, по пункту 1 таблица может выглядеть следующим образом:

признак	Ген от мамы	Ген от папы	Генотип индивида	Фенотип индивида
1.Форма лица	r	r	rr	квадратная

1 **Форма лица**:

круглая (RR, Rr) квадратная (rr)





2. **Очертания подбородка**:

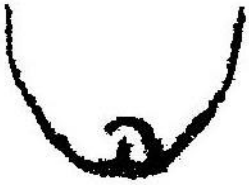
очень выдающийся (VV,Vv) менее выдающийся (vv)

3. **Форма подбородка** наследуется только в том случае, если подбородок очень выдающийся, и не наследуется, если менее (т.к. здесь результат супрессии генов, называемый эпистазом):

круглый (RR, Rr)

квадратный (rr)

4. **Ямочка на подбородке**:



присутствует (АА, Аа)

отсутствует (аа)

5. **Цвет кожи** - определяется полимерными генами A_1, A_2, A_3, которые обладают аддитивным эффектом.

Чем больше доминатных аллелей присутствует в геноме, тем интенсивнее проявляется пигментация кожи:

6 доминатных аллелей – очень черная кожа

5 доминатных аллелей – очень коричневая кожа

4 доминатных аллеля – темно-коричневая кожа

3 доминатных аллеля – коричневая кожа

2 доминатных аллеля – светло-коричневая кожа

1 доминатный аллель – смуглая

0 доминатных аллелей – белая.

6. **Цвет волос**, подобно цвету кожи, определяется 4-мя полимерными генами.

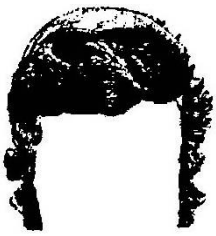
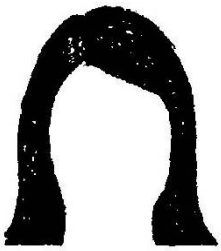
8 доминатных аллелей – черные волосы

7 доминатных аллелей–очень коричневые волосы

6 доминатных аллелей – темно-каштановые волосы

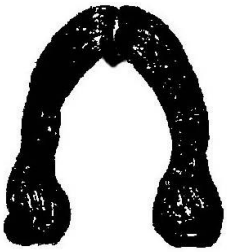
5 и т.д...

8. **Тип волос**:

курчавые (DD) вьющиеся (Dd) прямые (dd)

9. **Волосы на лбу** сходятся:



есть признак (KK, Kk) нет признака (kk)

10. **Цвет бровей**:

очень темный (HH), темный (Hh), светлый (hh)

Помните, что цвет бровей может быть иным, чем цвет волос.

11. **Толщина бровей**:

густые (GG, Gg) тонкие (gg)

12. **Расположение бровей:**

не соединяются (NN, Nn) соединяются (nn)

13. **Цвет глаз**.

Складывается при комплементарном взаимодействии двух неаллельных генов, один из которых отвечает за количество пигмента меланина (АА –

много и Аа – мало меланина, аа – нет пигмента), а второй – за толщину пигментного слоя (ВВ – толстый слой, bb – тонкий слой).

ААВ-черные глаза;

АаВ-темно-карие глаза;

ааВ-серые глаза;

ААbbкарие глаза;

Аabbзеленые глаза;

ааbbголубые глаза.

14. **Расстояние между глаз**:

близко посаженные(ТТ) среднее расстояние (Tt) широко расставленные(tt)

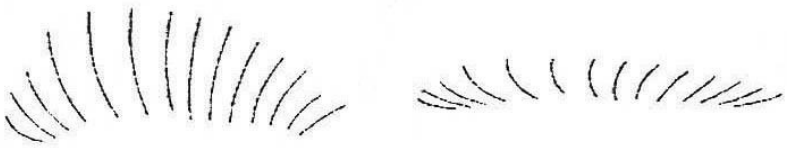
15. **Размер глаз:**

большие (JJ) средние (Jj) маленькие (jj16. **Форма глаз:**

удлиненная (АА, Аа) круглая (аа17. **Расположение глаз:**

горизонтальное (НН, Hh) угол поднят кверху (hh)

18. **Ресницы:**



длинные (LL, Ll) короткие (ll)

19. **Размер рта:**

большой (MM) средний (Mm) маленький (mm)

20. **Толщина губ:**

полные (LL,Ll) тонкие (ll)

21. **Выпуклость губ:**

очень выпуклые (HH) умеренно выпуклые (Hh) не выпуклые (hh)

22. **Ямочки на щеках**:

есть (DD, Dd) нет (dd)

23. **Размер носа**:

большой (NN) средний (Nn) маленький (nn24.

Форма носа:

круглый (QQ, Qq) заостренный (qq)

25. **Форма ноздрей**:

круглые (RR, Rr) узкие (rr)

26. **Мочка уха**:

свободная (FF, Ff) сросшаяся (ff)

27. **Дарвиновская точка**:

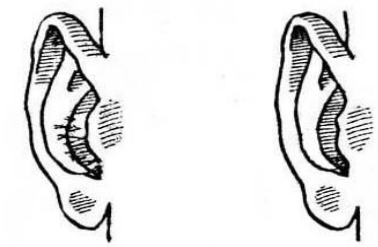
есть (DD, Dd) нет (dd)

28. **Ямка на мочке**:

есть (PP, Pp) нет (pp)

29. **Волосы на ушах**:

волосы на ушах – признак, сцепленный с полом, локализуется в Y-хромосоме и проявляется только у мужчин.



есть нет

30. **Веснушки на щеках**:

есть (FF, Ff) нет (ff)

31. **Веснушки на лбу**:

есть (ZZ, Zz) нет (zz)

Задание на СРС:
Составьте схему родословной по каждому признаку и укажите генотипы всех членов семьи.

Литература:
1. Маскаева, Т. А. Генетика человека: учебное пособие / Т. А. Маскаева, М. В. Лабутина, Н. Д. Чегодаева. — Саранск: МГПИ им. М.Е. Евсевьева, 2019.
2. Нахаева, В. И. Общая генетика. Практический курс: учебное пособие для вузов / В. И. Нахаева. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2021. — 276 с.
3. Рубан, Э. Д. Генетика человека с основами медицинской генетики: учебник / Э. Д. Рубан; отв. ред. Д. В. Волкова. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2020. – 319 с.

ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТЕ В ЛАБОРАТОРИИ

1. Категорически запрещается пробовать какие-то вещества на вкус. Нюхать вещества и выделяющиеся газы следует издали, помахивая рукой от сосуда к себе.
2. При нагревании жидкости пробирку необходимо держать отверстием от себя и от других, находящихся рядом.
3. Сосуды с реактивами после употребления нужно закрывать пробками и ставить на прежние места.
4. Не выливать в раковины остатки кислот, щелочей и сильно пахнущих жидкостей, сливать их в соответствующие сливы.
5. Не бросать в раковину бумагу, песок и другие твердые вещества.
6. Держать дальше от огня легковоспламеняющиеся вещества.
7. После выполнения опыта вымыть посуду, привести в порядок рабочее место.
8. Во всех случаях уделяйте внимание защита глаз! Помните, что для роговицы глаз особенно опасны щёлочь и аммиак.

МЕРЫ ПЕРВОЙ ПОМОЩИ ПРИ НЕСЧАСТНЫХ СЛУЧАЯХ В ЛАБОРАТОРИИ

Первая помощь должно оказываться быстро и квалифицированно.

1. При порезах стеклом необходимо убедиться в отсутствии в ране осколков стекла, а затем смазать её края спиртовым раствором йода. После этого в случае необходимости накладывается повязка из стерильного бинта. При термических ожогах быстро сделать примочку этиловым спиртом или раствором марганцовокислого калия и покрыть обожжённое место мазью от ожогов, перевязать стерильной повязкой.
2. При термических ожогах 3 степени после оказания первой помощи обратиться к врачу.
3. В случае химического ожога кожи кислотой или щелочью быстро обмыть пораженное место большим количеством воды (мыть под краном не менее пяти минут), а затем: при ожоге кислотами обработать 2 %- ным раствором питьевой соды или слабым раствором нашатырного спирта; при ожоге щелочами - обработать 1%- ным раствором уксусной кислоты. После нейтрализации кислоты или щелочи кожу обмыть водой, обработать дезинфицирующим средством: спиртом, раствором йода, раствором марганцовки, покрыть мазью от ожогов и перевязать стерильной повязкой.
4. При попадании кислоты или щелочи в глаза необходимо промыть их большим количеством воды, а затем: промыть 0,5%-ным раствором питьевой соды при попадании кислоты; при попадании щелочи - 1 %-ным раствором борной кислоты и вызвать врача.

ЭЛЬВИРА МАНСУРОВНА ГАЛИМОВА

ГУЗЕЛЬ ФАНИЛЕВНА ГАЛИКЕЕВА

ОКСАНА ВЛАДИМИРОВНА ГУМЕРОВА

ГЕНЕТИКА
С ОСНОВАМИ МОЛЕКУЛЯРНОЙ БИОЛОГИИ

ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ

\

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ им. М.АКМУЛЛЫ

ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ ПО ФИЗИОЛОГИИ ВЫСШЕЙ НЕРВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

УФА 2009

УДК
ББК
Л

Печатается по решению редакционно-издательского совета Башгоспедуниверситета им. М.Акмуллы

Лабораторный практикум по физиологии высшей нервной деятельности /сост. Р.С.Мусалимова, Л.В.Лязина [Текст]. –Уфа: Изд-во БГПУ, 2009. – 103с.

Учебно-методическое пособие содержит теоретические сведения и методические указания для выполнения лабораторных работ по физиологии высшей нервной деятельности, а также вопросы для организации контроля знаний.

Составители: Р.С.Мусалимова, канд. биол. наук;

Л.В.Лязина, канд. биол. наук, доцент.

Рецензенты: В.Ю Горбунова, д-р. биол. наук, профессор (БГПУ);
Э.А.Имельбаева, д-р. биол. наук, профессор (БГМУ).

JSBN

©Издательство БГПУ, 2009

ВВЕДЕНИЕ

В профессиональной подготовке генетиков большое место отводится изучению физиологии человека и животных, в т.ч. физиологии нервной системы и высшей нервной деятельности. Физиология высшей нервной деятельности представляет собой достаточно сформированное направление в физиологии, являясь результатом фундаментальных исследований огромного числа отечественных и зарубежных ученых – морфологов, гистологов, физиологов и психологов. Содержание дисциплины физиология высшей нервной деятельности позволяет оценить сложность соотношения психического и физиологического, его разнообразия, служит основанием для дальнейшей разработки этой проблемы, представляющей большой интерес для будущих специалистов-генетиков.

К изучению физиологии высшей нервной деятельности студенты-генетики приступают после ознакомления с основами цитологии, гистологии, зоологии, анатомии и морфологии человека, биохимии и общего курса физиологии человека и животных.

Лабораторный практикум составлен в соответствии с программой курса Физиология (высшей нервной деятельности) для студентов, обучающихся по специальности 020206 Генетика с учетом требований Государственного образовательного стандарта.

Лабораторный практикум включают теоретические сведения по каждому разделу дисциплины (дидактической единице), методические указания к лабораторным работам, а также вопросы для самоконтроля. Физиологические процессы, лежащие в основе целенаправленной деятельности человека, в основе человеческого мышления, речи, памяти, эмоций невозможно изучать на животных, поэтому большая часть программы ориентирована на исследования особенностей высшей нервной деятельности человека.

Тема 1. ПРЕДМЕТ И МЕТОДЫ ИЗУЧЕНИЯ ФИЗИОЛОГИИ ВЫСШЕЙ НЕРВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Теоретические сведения

Физиология высшей нервной деятельности изучает закономерности деятельности высшего отдела головного мозга животных и человека – коры больших полушарий.

Основными методами изучения ВНД являются: электроэнцефалография, метод вызванных потенциалов, микроэлектродный метод, молекулярные методы, стереотаксические методы, метод перерезки и выключения различных участков ЦНС.

Важнейшим методом изучения ВНД является метод условных рефлексов в сочетании с различными дополнительными исследованиями или воздействиями.

Физиология высшей нервной деятельности тесно связана с другими научными и практическими областями знаний, т.к. высшие мозговые функции привлекают внимание исследователей многих других специальностей. Физиология высшей нервной деятельности по научным интересам очень близка к психологии. Они нередко пользуются общими методами исследования и имеют единый объект изучения – работу головного мозга. Однако изучают ее в различных аспектах. Если физиологов интересует главным образом закономерности и механизмы работы мозга как на уровне его целостной организации, так и на уровне нейронов и молекул, то психологи изучают результаты этой работы, проявляющиеся в виде образов, идей, ощущений, представлений, памяти, внимания, эмоций и других психических состояний. Для полного понимания психологических процессов, которые являются результатом работы мозга, необходимо изучение мозговых механизмов. Для этого физиология использует сведения из психологии.

Высшими функциями мозга интересуются не только медицина, педагогика, философия, т.е. науки, издавна черпавшие из физиологии мозга и психологии сведения для своего развития, но и такие науки, как общая физиология, социология, кибернетика. Физиология высшей нервной деятельности теснейшим образом соприкасается с общей нейрофизиологией, изучающей функции отдельных структур мозга и его нервных клеток, морфологией нервной системы, исследующей тонкое строение мозга, с биофизикой, биохимией, выявляющими роль физических и химических законов в работе мозга.

Первым, кто попытался рассмотреть проблему соотношения «души» и «тела» (т.е. мозга и психики, или соотношения психического и физиологического), был выдающийся философ и врач Рене Декарт (1595-1650). По Декарту, тело – это автомат, действующий по законам механики, и только при наличии внешних стимулов, т.е. рефлекторно (термин «рефлекс» был

предложен спустя столетие Иржи Прохазкой). Душа, по Декарту – это особая сущность, или субстанция, состоящая из непротяженных явлений сознания, т.е. из «мыслей». Таким образом, Декарт рассматривал душу и тело как две самостоятельные, независимые субстанции. В то же время он считал, что душа влияет на деятельность тела, а тело – влияет на душу, сообщая ей сведения о внешнем мире. При этом он полагал, что такое взаимодействие осуществляется с участием шишковидной железы (эпифиза). Все воздействия внешнего мира вначале передаются нервной системой к эпифизу, в котором происходит расшифровка поступившей в мозг информации и передача этих сведений душе.

Декарт, разделив тело и душу человека, впервые поставил проблему их соотношения. Он же предложил и первый вариант ее решения, получивший впоследствии название психофизиологического параллелизма. В целом, учение Декарта, заключающееся в объяснении сущего из наличия двух противоположных начал – материального и духовного, получило название дуализма Декарта.

Начало второго этапа научной разработки проблемы соотношения психического и физиологического связано с именем выдающегося отечественного физиолога И.М.Сеченова (1829-1905). Он обосновал возможность распространения принципа рефлекса как детерминистического принципа организации поведения на всю работу головного мозга. И.М.Сеченов утверждал, что психические акты носят такой же строго закономерный характер, как и акты, считающиеся чисто нервными. Он ввел представление об иерархии рефлексов, доказав, что наряду с элементарными рефлексами имеется множество сложных рефлексов. Это рефлексы с усиленным и задержанным концом, при которых происходит актуализация прошлого опыта. И.М.Сеченов полагал, что мысль – это психический рефлекс с задержанным окончанием, развивающийся по внутренней цепи ассоциированных рефлексов, а психический рефлекс с усиленным окончанием – это аффект, или эмоция. Он ввел также представление о психическом элементе – интегральной части рефлекторного процесса, благодаря которому организм может активно приспосабливаться к среде.

И.М.Сеченов в знаменитой книге «Рефлексы головного мозга», вышедшей в 1863г. (первоначальное название «Попытка ввести физиологические основы в психологические процессы») на основании собственных экспериментов на животных и наблюдений за развитием детей обосновал положение: «Все акты сознательной и бессознательной жизни по способу происхождения суть рефлексы», т.е., по И.М.Сеченову, в основе психической деятельности лежит принцип рефлекса.

Таким образом, И.М.Сеченов прочно связал понятие психического с рефлексом и обосновал невозможность отрыва психического от рефлекторной деятельности. Тем самым было предложено решение проблемы соотношения психического и физиологического, существенно отличающееся

от дуализма Р.Декарта. Блестящим развитием этого направления явилось учение И.П.Павлова и его многочисленных соратников и учеников об условных рефлексах, составляющих основу психической деятельности.

В настоящее время накоплены многочисленные клинические и экспериментальные данные, которые свидетельствуют о тесной взаимосвязи между психикой и мозгом. Воздействуя на мозг, можно изменить и даже уничтожить дух (самосознание) человека, стереть личность, превратив человека в зомби. Например, этого удается достичь, вводя в организм человека различные химические вещества, в том числе наркотики, или производя электростимуляцию отдельных участков мозга, а также путем удаления определенных структур мозга. Однако в последнее время все больше появляется данных о том, что психические состояния человека тесно связаны с наличием или отсутствием определенных химических веществ в мозге. В то же время получены неопровержимые доказательства влияния психического состояния человека на деятельность всех органов и систем организма, в том числе на причастность к развитию телесных, или психосоматических заболеваний. Примером является негативное влияние стресса, которое нередко приводит к развитию злокачественной опухоли, завершающейся летальным исходом. В целом, все это свидетельствует о том, что взаимосвязь мозга и психики нельзя объяснить с позиций психофизиологического параллелизма, с позиций дуализма Декарта. Также очевидно, что отношение психики к мозгу нельзя понимать как отношение продукта к производителю, следствия к причине, поскольку продукт (психика) часто очень эффективно воздействует на своего производителя – мозг. Таким образом, между психикой и мозгом, психическим и физиологическим, вероятно, существует диалектическая причинно-следственная связь, еще не получившая полного естественнонаучного объяснения.

В настоящее время решение основной психофизиологической проблемы, т.е. соотношения психического и физиологического (души и тела) идет по четырем основным направлениям.

Первое направление развивает идеи психофизиологического параллелизма, или дуализма Декарта, полностью противопоставляя психику и мозг (душу и тело) и признавая психику и мозг как независимые сущности, не связанные между собой причинно-следственными отношениями.

Второе направление развивает представление о полной психофизиологической идентичности, т.е. о полной тождественности психического и физиологического (направление крайнего физиологического редукционизма).

Третье направление развивает представления о психофизиологическом взаимодействии психического и физиологического. Сторонники этого направления считают, что психическое и физиологическое имеет разные сущности, но между ними есть определенная степень взаимодействия и взаимовлияния.

Четвертое направление, которое наиболее типично для современного этапа разработки проблемы – это поиск диалектического единства между психикой и мозгом, психическим и физиологическим. В этом направлении можно выделить три концептуальных варианта.

1. Психическое тождественно физиологическому, но не любому физиологическому, а только процессам высшей нервной деятельности. В рамках данной концепции, психическое рассматривается как особая сторона, как свойство физиологических процессов мозга или процессов высшей нервной деятельности.

2. Психическое – это особый (высший) класс, или вид нервных процессов, обладающий свойствами, не присущими всем остальным процессам в нервной системе, в том числе процессам ВНД. Эта концепция рассматривает психическое как особые (психонервные) процессы, которые связаны с отражением объективной реальности и которые отличаются субъективным компонентом, т.е. наличием внутренних образов и их переживанием.

3. Психическое, хотя и обусловлено физиологической (высшей нервной) деятельностью мозга, однако оно не тождественно ей. Иначе говоря, психическое не сводимо к физиологическому как идеальное к материальному, или как социальное к биологическому.

До работ И.П.Павлова в физиологии, отсутствовал четко выделенный раздел по исследованию соотношения психического и физиологического. Отдельные работы физиологов рассматривались чаще всего в рамках психологии. Начиная с работ И.П.Павлова, проблема соотношения психического и физиологического начинает развиваться физиологическими методами в рамках «физиологии высшей нервной деятельности». Этот термин был предложен И.П.Павловым для обозначения той области физиологии, которая занимается исследованием физиологических основ психической деятельности. И.П.Павлов и его последователи проводили изучение физиологических основ психической деятельности человека и животных, стоящих высоко на эволюционной лестнице. Как известно, этими животными стали собаки. Результаты исследований условно-рефлекторной деятельности собак позволили создать фундамент физиологии высшей нервной деятельности. Однако постепенно обозначились существенные ограничения у такого подхода, которые обусловлены тем, что мозг человека имеет очень существенную прибавку, которую И.П.Павлов обозначил как «вторая сигнальная система» и которая принципиально отличает человека от всех представителей животного мира. Иначе говоря, физиологические процессы, лежащие в основе целенаправленной деятельности человека, в основе человеческого мышления, речи, памяти и эмоциональных реакций, невозможно изучить на животных. В связи с этим на протяжении последних 50 лет на стыке психологии и физиологии стало развиваться новое научное направление – «психофизиология», изучающая физиологические основы психической деятельности и поведения человека.

В настоящее время существуют две самостоятельные дисциплины: «Физиология ВНД» и «Психофизиология». С одной стороны, это означает, что полное слияние физиологии ВНД и психофизиологии не состоялось, а с другой – указывает на признание обоих разделов физиологии.

Согласно учению И.П.Павлова различают высшую нервную деятельность и низшую нервную деятельность. ***Низшая нервная деятельность*** – это совокупность нейрофизиологических процессов, обеспечивающих осуществление безусловных рефлексов и инстинктов.

Высшая нервная деятельность – это совокупность нейрофизиологических процессов, обеспечивающих сознание, подсознательную переработку информации и приспособительное поведение в окружающей среде.

Поведение животного, а тем более человека, нельзя рассматривать как простые ответы на раздражения внешней и внутренней среды. Мозг работает по своим законам, позволяющим ему анализировать и перерабатывать поступившую информацию, сопоставлять ее с имеющимися сведениями и потребностями организма, и на основе этого сложного синтеза находить формы поведения, наиболее благоприятные для данных условий.

Головной мозг располагается в полости черепа, его принято делить на три отдела: задний (продолговатый мозг, мост, мозжечок), средний и передний (промежуточный мозг и большие полушария).

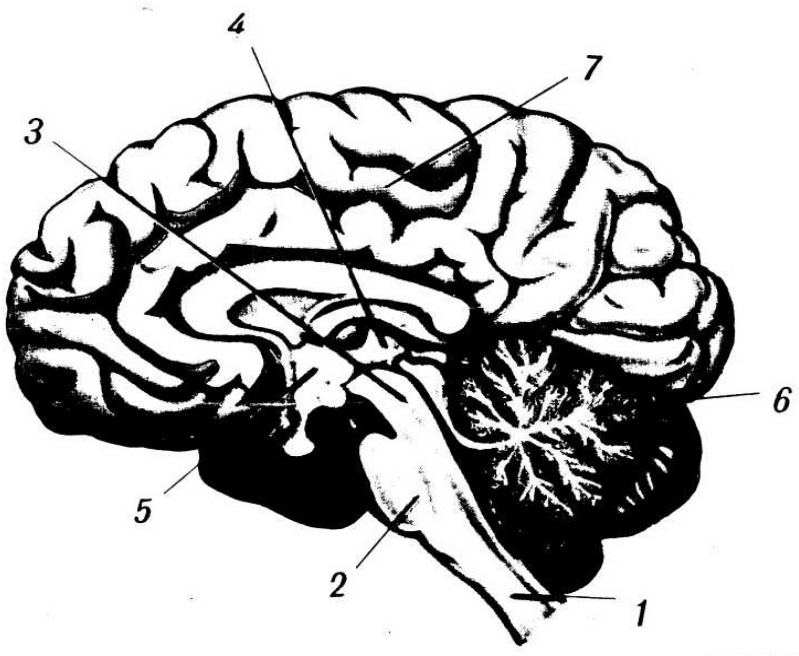


Рис. 1. Схема строения головного мозга: 1 – продолговатый мозг; 2 – мост; 3 – средний мозг; 4, 5, – промежуточный мозг (4 – таламус, 5 – гипоталамус); 6 – мозжечок; 7 – кора больших полушарий

Большие полушария состоят из белого вещества, покрытого снаружи серым веществом, или корой. Кора головного мозга представляет собой многослойную нейронную ткань с множеством складок общей площадью в обоих полушариях примерно 2200см^2. В состав коры головного мозга входит 10^9-10^{10} нейронов и множество глиальных клеток, общее число которых неизвестно.

В коре выделяют 6 слоев (I-VI), каждый из которых состоит из пирамидных и звездчатых клеток (рис. 2). Главная особенность пирамидных клеток заключается в том, что их аксоны выходят из коры и оканчиваются в других корковых или иных структурах. Название звездчатых клеток также обусловлено их формой; их аксоны оканчиваются в коре, т.е. речь идет о корковых интернейронах.

В I-IV слоях воспринимаются и обрабатываются поступающие в кору в виде импульсов сигналы. Покидающие кору эфферентные пути формируются преимущественно в V-VI слоях. Деление коры на различные поля проведено К.Бродманом (1909) на основе цитоархитектонических признаков (формы и расположения нейронов). Многие из полей характеризуются функциональными и нейрохимическими особенностями. К.Бродман выделил 11 областей, включающих 52 поля:

1) постцентральную область (поля 1, 2, 3 и 43);
2) прецентральную область (поля 4 и 6);
3) лобную область (поля 8, 9, 10, 11, 12, 44, 45, 46 и 47);
4) островковую область (поля 13, 14, 15 и 16);
5) теменную область (поля 5, 7, 40 и 39);
6) височную область (поля 20, 21, 22, 36, 37, 38, 41, 42 и 52);
7) затылочную область (поля 17, 18 и 19);
8) поясную область (поля 23, 31, 24, 32, 33 и 25);
9) ретросплениальную область (поля 26, 29 и 30);
10) гиппокампову область (поля 27, 28, 34, 35 и 48);
11) обонятельную область (поле 51).

Кора больших полушарий состоит из четырех долей: лобной, теменной, височной и затылочной (рис. 3). В них расположены первичная двигательная и сенсорная области, двигательные и сенсорные области высокого порядка (второго, третьего и т.д.) и ассоциативная (неспецифическая) кора.

Открытый И.П.Павловым метод условных рефлексов позволил путем сопоставления раздражений с ответными реакциями на них обнаружить определенные правила работы мозга. Было установлено шесть правил работы головного мозга.

1. Регулирующая функция головного мозга осуществляется с помощью двух процессов – *возбуждения* и *торможения.* Возбуждение включает исполнительные органы в работу, торможение активно прекращает их деятельность.

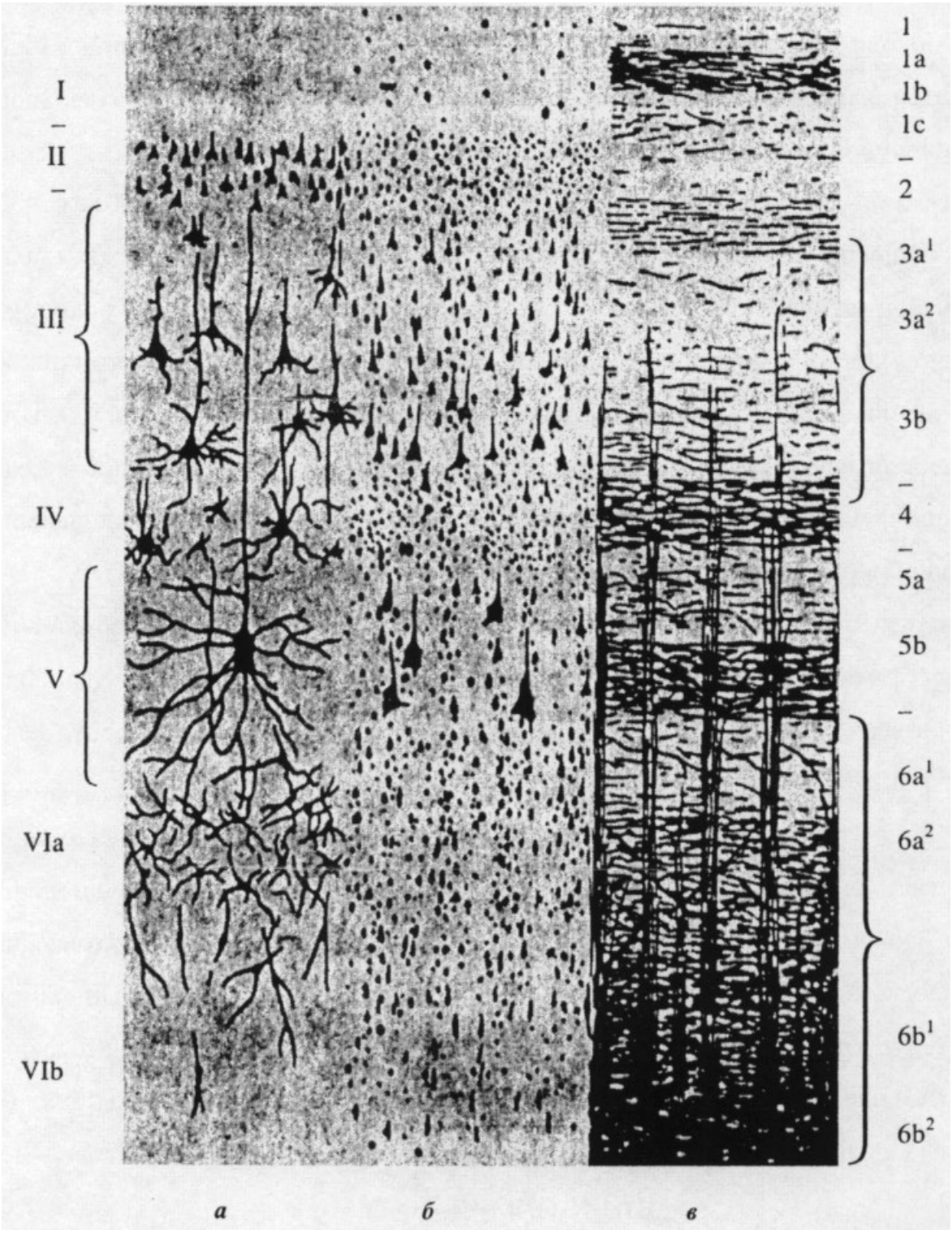


Рис. 2. Полусхематичное изображение слоев коры головного мозга (по К. Brodmann, Vogt, с изменениями): *а* – основные типы нервных клеток (окраска по Гольджи); *б* – тела нейронов (окраска по Нисслю); *в* – общее расположение волокон (миелиновых оболочек). Слои пронумерованы от поверхности вглубь. Приведены две наиболее распространенные системы нумерации

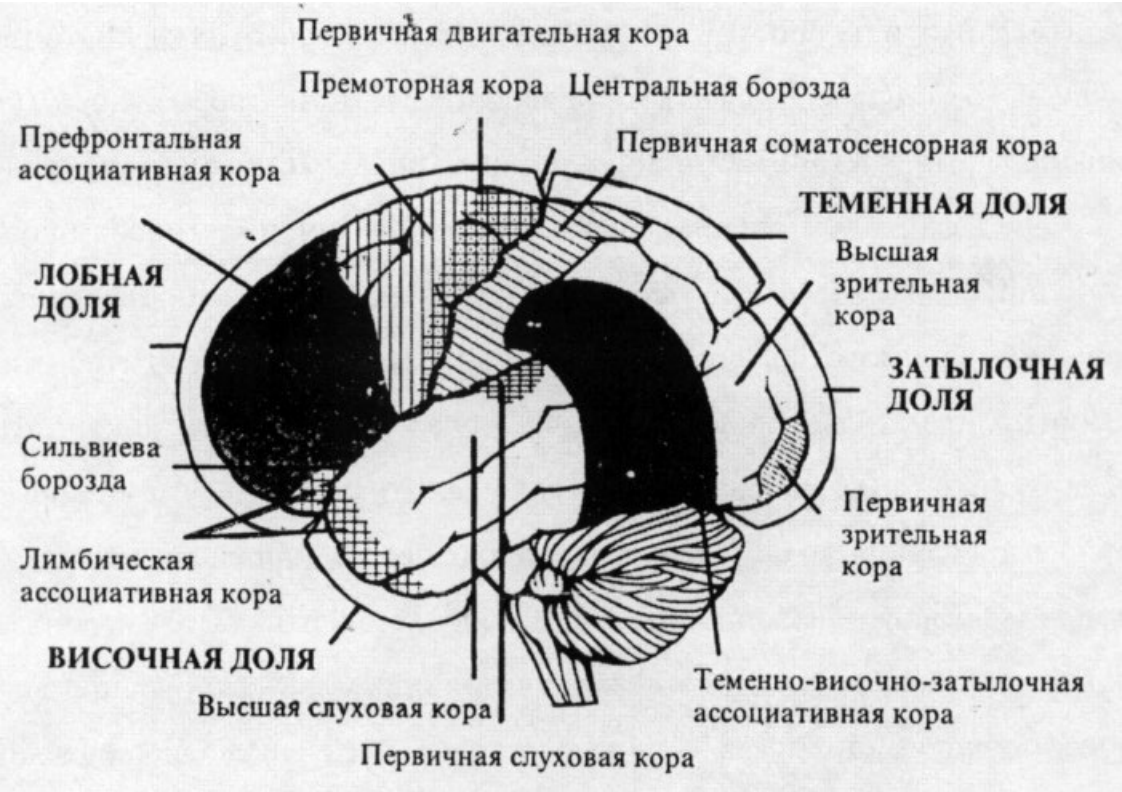


Рис. 3. Четыре основные доли коры головного мозга (лобная, височная, теменная и затылочная)

2. Образовавшийся очаг возбуждения или торможения не остается на одном месте, а распространяется на другие области *(иррадиация)*.

3. Распространение возбуждения или торможения ограничивается наведением противоположного процесса, который заставляет возникший очаг стягиваться к пунктам своего первоначального возникновения. Такое стягивание возбуждения или торможения к исходному пункту было названо *концентрацией.*

4. Каждый из двух процессов способен наводить противоположный процесс. Возбуждение в одних пунктах коры вызывает торможение в других, и наоборот. В одном и том же пункте после окончания одного процесса следует противоположный: возбуждение сменяется торможением, торможение – возбуждением. Способность одного процесса вызывать противоположный называют *взаимной индукцией возбуждения и торможения.*

5. Высшие нервные центры обладают способностью расчленять поступающую информацию на отдельные элементы и затем соединять их снова в целое (*анализ и синтез раздражений)*.

6. Формирование ответных реакций и систем из них строится по тому же принципу: они расчленяются на элементы, из которых затем воссоздается целостное действие, способное достичь определенного биологиче-

ски полезного эффекта *(анализ и синтез ответных действий).*

Перечисленные правила позволяют объяснять многие явления высшей нервной деятельности животных и человека.

Ход занятия

Устно раскройте темы занятия:

1. Понятие о физиологии высшей нервной деятельности как науке.
2. Связи физиологии ВНД с другими дисциплинами.
3. Методы исследования ВНД.
4. История развития взглядов на высшую нервную деятельность.
5. Особенности структурно-функциональной организации коры большого мозга – как основного субстрата ВНД.
6. Закономерности работы головного мозга, установленные И.П.Павловым.

Тема 2. ТИПЫ ВЫСШЕЙ НЕРВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Теоретические сведения

Тип высшей нервной деятельности – это совокупность врожденных и приобретенных свойств нервной системы, определяющих характер взаимодействия организма с окружающей средой и находящих свое отражение во всех функциях организма. Согласно И.П.Павлову критериями типологических свойств нервной системы являются сила процессов возбуждения и торможения, их уравновешенность и подвижность. Различные комбинации трех основных свойств нервной системы позволили выделить четыре резко очерченных типа, отличающихся по адаптивным способностям и устойчивости к невротизирующим факторам. Учение И.П.Павлова о типах ВНД – это учение о реактивности нервной системы, особенно ее высших отделов – коры большого мозга.

Под силой нервных процессов понимают работоспособность корковых клеток, которая определяется длительностью нервного напряжения, выражающегося в процессах возбуждения и торможения. Под уравновешенностью нервных процессов понимают соотношение процессов возбуждения и торможения по их силе. Подвижность нервных процессов – это способность нервных клеток в различных условиях существования быстро переходить из состояния возбуждения в тормозное или наоборот. Изучение в эксперименте типологических особенностей собак позволило выделить среди них четыре основных типа ВНД:

- животные сильные, уравновешенные, подвижные (живой тип);
- животные сильные и неуравновешенные (безудержный тип);
- животные сильные, уравновешенные, инертные (спокойный тип);
- животные слабые (оранжерейный тип).

Типы ВНД животных, описанные и научно обоснованные И.П.Павловым, оказались очень близки по свойствам к «темпераментам», описанным Гиппократом.

Древнегреческий врач, основатель медицины Гиппократ (460-377 до н. э.) объяснял неодинаковое течение одной и той же болезни у разных людей за счет различного состояния «соков тела» в организме человека: крови, слизи, желчи, черной желчи. Согласно учению Гиппократа различают четыре темперамента: сангвинический (от лат. sanguis – кровь), холерический (от лат. chole – желчь), флегматический (от лат. phlegma – слизь, мокрота), меланхолический (от греч. melanos + chole – черная желчь).

Сангвиник – человек решительный, энергичный, с быстрой возбудимостью, подвижный, впечатлительный, с ярким внешним выражением эмоций, легкой их сменяемостью.

Флегматик – спокойный медлительный, со слабым проявлением чувств, трудно переключается с одного вида деятельности на другой.

Холерик – вспыльчивый, с высоким уровнем активности, раздражительный, энергичный, с сильными, быстро возникающими эмоциями, ярко отражающимися в речи, жестах, мимике.

Меланхолик имеет низкий уровень нервно-психической активности, унылый, тоскливый, с высокой эмоциональной ранимостью, мнительный, склонный к мрачным мыслям и с угнетенным настроением, замкнутый и пугливый. В жизни такие «чистые» темпераменты встречаются редко, обычно комбинация свойств более разнообразна.

В свете учения о типах ВНД стала понятной научная основа учения о темпераментах. Тип ВНД является физиологической основой темперамента. Свойства нервной системы не определяют свойства темперамента, а лишь способствуют или препятствуют их формированию. Сильный, неуравновешенный тип ВНД является физиологической основой для формирования холерического темперамента. Сильный, уравновешенный, подвижный тип – для формирования сангвинического темперамента. Сильный, уравновешенный, с малой подвижностью нервных процессов – для флегматического темперамента. Слабый тип – основа для формирования меланхолического темперамента.

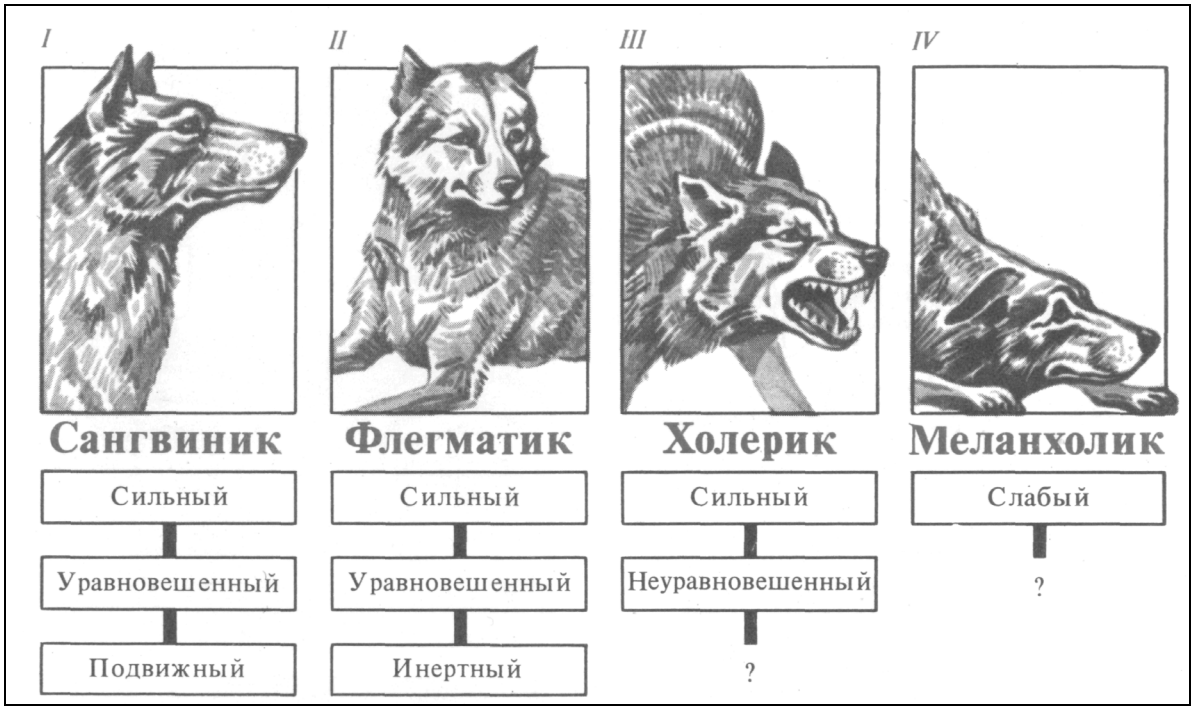


Рис. 4. Типы ВНД у животных, по И.П.Павлову (I, II, III, IV).
Примечание. Типологическая классификация Гиппократа: сангвиник (с преобладанием крови), флегматик (с преобладанием слизи), холерик (с преобладанием желчи), меланхолик (с преобладанием черной желчи)

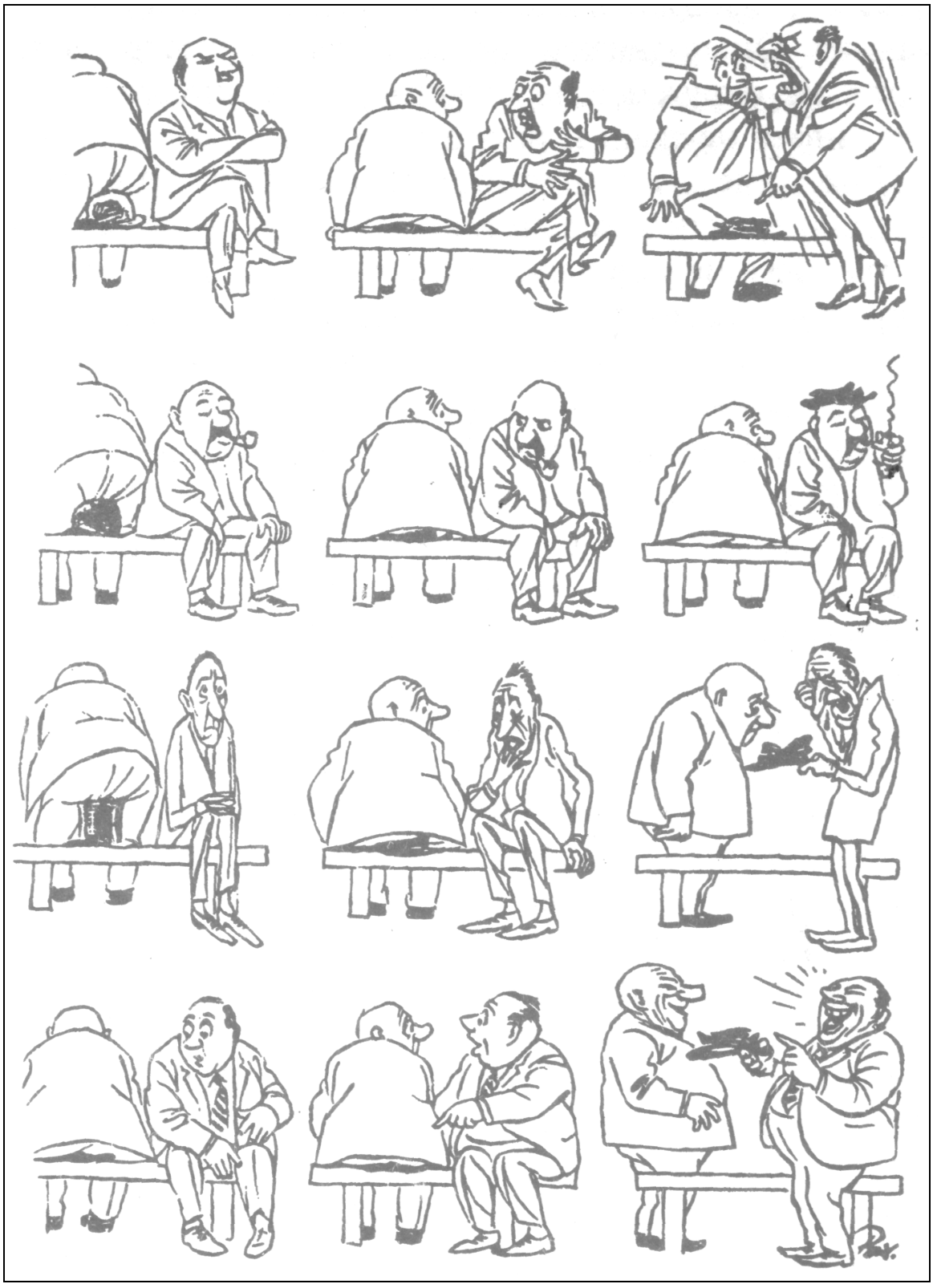


Рис. 5. Реакция человека с сангвиническим, флегматическим, меланхолическим и холерическим темпераментом на одно и то же событие (по Х.Бидструпу, 1974)

Кроме основных типов ВНД, общих для человека и животных, И.П.Павлов выделил еще три типа, характерных только для человека, в основе которых лежит различное соотношение I и II сигнальных систем.

Художественный тип – с незначительным преобладанием I сигнальной системы. Для людей этого типа свойственно образное восприятие окружающего мира, оперирование в процессе мышления чувственными образами. К их числу относятся большей частью художники и музыканты.

Мыслительный тип – с незначительным преобладанием II сигнальной системы (речевой). Эти люди с выраженной способностью к абстрактному мышлению. Их отличает способность к логическому построению, отвлеченному мышлению. Это ученые, философы.

Промежуточный тип – характеризуется уравновешенностью, равной степенью развития как I так и II сигнальных систем. К этому типу принадлежит основная масса людей. Им свойственно как конкретное, так и абстрактное мышление.

Гениальный тип – те редкие представители человеческого общества, которые имеют особое развитие и I и II сигнальных систем. Сюда И.П.Павлов относит гениальных личностей типа Леонардо да Винчи, способных одновременно и к художественному, и к научному творчеству.

Исследования Б.М.Теплова, В.Д.Небылицина и других физиологов, проведенные в 50-60-е годы, показали, что классификация И.П.Павлова нуждается в коррекции. Оказалось, что нервные процессы могут быть уравновешенными или неуравновешенными не только по силе (как это считал И.П.Павлов), но и по их подвижности. Неуравновешенность по силе может быть с преобладанием не только возбуждения над торможением (как считал И.П.Павлов), но и с преобладанием торможения над возбуждением. Более того, оказалось, что «подвижность нервных процессов» не является отражением единого свойства нервной системы, а представляет собой совокупность ряда свойств. Оказалось, что существуют другие отчетливые типы ВНД (даже на основе трех свойств, выделенных И.П.Павловым). Например, сильный, неуравновешенный тип с преобладанием торможения над возбуждением.

Б.М.Теплов и В.Д.Небылицин пришли к выводу, что правильнее говорить не о типах ВНД, а о свойствах нервной системы, комбинация которых характеризует ту или иную индивидуальность.

Согласно Б.М.Теплову свойства нервной системы проявляют себя, главным образом, в динамическом аспекте поведения (скорость, темп, напряженность, вариабельность и т.д.), т.е. в темпераменте и в способностях человека. Именно по темпераменту и по способностям один человек существенно отличается от другого. В меньшей степени свойства нервной системы проявляются в содержательных аспектах деятельности (в побуждениях, мотивах, целях, знаниях и т.д.). Согласно трехфакторной гипотезе Б.М.Теплова темперамент человека можно оценить по эмоциональной воз-

будимости, по выражению эмоций и по общей быстроте движения.

Кроме того, Б.М.Теплов и В.Д.Небылицин пришли к заключению, что о силе и подвижности нервных процессов надо говорить раздельно по отношению к возбуждению и торможению, а перечень свойств нервной системы необходимо дополнить параметром динамичности, от которого и зависит скорость выработки положительных и тормозных условных рефлексов.

Эти авторы также отмечают, что методики исследования ВНД очень несовершенны, так как они отражают только частности. Например, тип ВНД, определенный по исследованию зрительного анализатора, может не совпадать с типом ВНД, определенным по исследованию кожного анализатора. Поэтому авторы выдвинули представление о том, что наряду с общетипологическими свойствами существуют парциальные (частичные) типологические свойства, отражающие функционирование отдельных областей коры (например, слуховой, зрительной, моторной), что имеет большое значение для определения специальных врожденных способностей человека.

В.Д.Небылицин ввел понятие об общих свойствах нервной системы, к числу которых он отнес два основных параметра – общую активность и эмоциональность. Общая активность (темперамент), согласно В.Д. Небылицину, обусловливает внутреннюю потребность, тенденцию индивида к эффективному освоению внешней действительности и к самовыражению, она может варьировать от инертности и пассивной созерцательности до высших степеней активности (моторной, интеллектуальной и социальной). Эмоциональность – это комплекс качеств, отражающих динамику возникновения, протекания и прекращения различных эмоциональных состояний. В этом комплексе можно выделить три компонента:

1. *Впечатлительность (эмоциональную чувствительность)*, которая выражает эмоциональную восприимчивость индивида, его чувствительность к эмоциогенным стимулам (или ситуациям).

2. *Импульсивность,* которая отражает степень легкости перехода эмоций в побуждение (мотив), к действиям без их предварительного обдумывания.

3. *Эмоциональную лабильность* характеризует скорость перехода от одного эмоционального состояния к другому.

По мнению В.Д.Небылицина, в основе общей активности (темперамента) лежат индивидуальные особенности воздействия активирующего влияния ретикулярной формации ствола мозга на передние отделы коры больших полушарий, а в основе эмоциональности лежат индивидуальные особенности взаимодействия передних отделов коры больших полушарий с лимбической системой. Другими словами, темперамент (т.е. общая активность) отражает деятельность лобно-ретикулярного комплекса мозговых структур, а эмоциональность – активность лобно-лимбической систе-

мы мозга.

Таким образом, В.Д.Небылицин пришел к определенным выводам:

1. Свойства нервной системы определяются свойствами фронтальной коры, являющейся регулятором физиологических и психологических функций организма. Фронтальные отделы коры через связи с гипоталамо-гипофизарной системой регулируют вегетативные функции, а через связи с гипоталамо-лимбическими образованиями определяют уровень активного сознания, играют значительную роль в программировании действий, интеллектуальных операций и регуляции движений. Таким образом, В.Д.Небылицын, отводя свойствам фронтальной коры роль неспецифической регуляторной системы, рассматривал ее в качестве морфологического субстрата общих свойств нервной системы.

2. Предложил структурно-системный подход к анализу физиологических факторов человеческого поведения. Он полагал, что свойства нервной системы имеют многоуровневую организацию, в том числе уровень нервных элементов (нейронов) и уровень структурных комплексов мозга (поэтому роль и проявление одного и того же свойства нервной системы на разных уровнях могут быть совершенно различными). Уровень структурных комплексов мозга, составной частью которых является лобная кора, играет решающую роль в проявлении темперамента.

Английский исследователь Г.Айзенк с помощью специально разработанных тестов выделил три основных параметра мозговой деятельности человека. Экстравертивность и интровертивность, эмоциональную стабильность и эмоциональную нестабильность (нейротизм, или нейротицизм), психотизм, или психотицизм, противоположным полюсом которого является устойчивое следование социальным нормам. Таким образом, Г.Айзенк предложил концепцию базисной и факторной структуры личности, в том числе концепцию о трех базисных свойствах личности – об экстра-интроверсии о нейротизме и психотизме.

По Г.Айзенку, *экстраверт* – это открытый, общительный, социабильный, разговорчивый, активный, импульсивный, оптимистичный субъект, для которого характерен слабый контроль над эмоциями и чувствами. *Интроверт* – это спокойный, необщительный, замкнутый (он отдален от всех, кроме близких людей), застенчивый, пассивный человек, который планирует свои действия заблаговременно, любит порядок во всем и держит свои чувства под строгим контролем. Эта характеристика напоминает параметр активности в классификации В.Д.Небылицина. Г.Айзенк считает, что в основе экстра-интроверсии лежат индивидуальные особенности взаимодействия активирующей ретикулярной формации и передних отделов новой коры (у интровертов более развита система, тормозящая поведение, а у экстравертов – наоборот, развита система, побуждающая активность).

Высоконейроидный (невроидный) субъект, согласно Г.Айзенку, характеризуется как тревожный, озабоченный, легко склонный к гневу, эмо-

ционально неустойчивый. Ему противостоит эмоционально устойчивая личность. Следовательно, нейротизм Г.Айзенка, по сути, аналогичен понятию «эмоциональность» В.Д.Небылицына. По Г.Айзенку, степень нейротизма определяется индивидуальными особенностями взаимодействия лимбической системы и новой коры. «Нейротическая» личность характеризуется неадекватно сильными реакциями по отношению к вызывающим их стимулам. Согласно Г.Айзенку высокие показатели по экстраверсии и нейротизму часто соответствуют психиатрическому диагнозу «истерия», а высокие показатели по интроверсии и нейротизму – состоянию тревоги или реактивной депрессии.

Высокопсихоидный тип, по Г.Айзенку, предстает как эгоцентричный, эгоистичный, малоконтактный, холодный, безразличный к окружающим и агрессивный субъект, а низкопсихоидный тип – как дружелюбный, сочувствующий и считающийся с правами других людей человек (альтруист).

В целом, по Г.Айзенку, экстраверсивность, нейроидность и психотицизм определяются индивидуальными особенностями взаимоотношений между отдельными структурами мозга, в том числе между ретикулярной формацией и передними отделами новой коры, а также между лимбической системой и новой корой. Согласно Г.Айзенку имеется связь между выраженностью выделенных им факторов и свойствами нервной системы, по И.П.Павлову. Нестабильный экстраверт соответствует холерику, т.е. сильному, неуравновешенному, подвижному типу, по И.П.Павлову; стабильный экстраверт – сангвинику, или сильному, уравновешенному, подвижному типу; нестабильный интроверт – меланхолику, или слабому типу; стабильный интроверт – флегматику или сильному, уравновешенному, инертному типу.

На основании всех этих наблюдений был составлен личностный опросник Г.Айзенка, который позволяет достаточно быстро оценить два базисных свойства личности (экстраверсивность и нейротизм) и тем самым – определить тип ВНД человека.

Ход занятия

1. Устно раскройте темы занятия:
    1. Понятие об основных свойствах нервных процессов.
    2. Учение И.П.Павлова о типах высшей нервной деятельности.
    3. Классификация типов темперамента, по Гиппократу.
    4. Специфические особенности ВНД человека.
    5. Классификация типов ВНД Б.М.Теплова, В.Д.Небылицина.
    6. Концепция Г.Айзенка.

2. Просмотрите видеофильм «Типы ВНД».

3. Выполните предложенные лабораторные работы.

Лабораторная работа 1
Определение индивидуально-типологических особенностей высшей нервной деятельности человека

Цель работы: методом самопознания научиться выявлять особенности своих нервных процессов.

Ход работы.

Определение силы нервных процессов

Сила нервных процессов обусловливает работоспособность нервных клеток мозга, их выносливость к нагрузкам. Проявляется она в определенных качествах человека. Качеств этих много, здесь приводится 10 качеств.

Для определения **силы нервных процессов** оцените по пятибалльной системе следующие качества.

1. Работоспособность;
2. Решительность;
3. Выносливость;
4. Активность;
5. Целеустремленность;
6. Храбрость;
7. Выраженность аппетита;
8. Глубина сна;
9. Настойчивость;
10. Выдержка.

Подсчитайте количество баллов, и выведите средний показатель. Если средний балл превышает 3,5 – человек является обладателем сильного типа ВНД, если меньше 3,5 – слабого.

Определение уравновешенности нервных процессов

Уравновешенность нервных процессов зависит от степени соответствия силы возбуждения силе торможения, от их баланса.

Для проверки **силы возбудимости** оцените по пятибалльной системе степень проявления следующих качеств.

1. Смелость;
2. Инициативность;
3. Склонность к риску;
4. Склонность «выкладываться» в работе;
5. Непокорность;
6. Горячность;

7. Готовность идти навстречу трудностям;
8. Уверенность в себе;
9. Внутренняя собранность;
10. Настроение.

Из полученных данных выведите средний балл. Затем по той же методике определите **силу торможения**, оценивая следующие качества.

1. Осторожность;
2. Настроение;
3. Самообладание;
4. Предусмотрительность;
5. Умение выслушивать обвинения;
6. Собранность в ожидании опасности;
7. Склонность к недоверчивости;
8. Умение хранить тайну;
9. Умение сдерживаться;
10. Умение соблюдать установленные правила.

Выведите средний балл и сравните полученные данные. Если сила возбуждения превышает силу торможения на 0,3 и более – тип возбудимый, если наоборот – тормозной. Если полученные значения равны в пределах тех же трех десятых – тип уравновешенный.

Определение подвижности нервных процессов

Определите подвижность возбуждения, оценив по пятибалльной шкале следующие качества.

1. Быстрота перехода от деятельности к покою;
2. Склонность разнообразить выполнение одного и того же дела;
3. Незлопамятность;
4. Вспыльчивость;
5. Нетерпение, желание перебивать во время беседы;
6. Быстрота перехода от одной работы к другой;
7. Быстрота реакции;
8. Находчивость;
9. Сообразительность;
10. Несдержанность в высказываниях и поступках.

Определите средний балл. Затем проверьте **инертность возбуждения** по тем же критериям, что и сила, но только со знаком минус (инертность возбуждения означает его устойчивость, медленный переход к покою).

Здесь оценивается:

1. Умение довести до конца начатое;
2. Переход от деятельности к покою;

3. Терпеливость и способность не реагировать на «мелочи жизни»;
4. Постоянство в привычках, привязанностях;
5. Склонность думать и говорить об одном и том же слишком долго и подробно;
6. Засыпание после сильного волнения;
7. Несдержанность в высказываниях и поступках;
8. Неуступчивость, когда требуют изменить привычное;
9. Привыкание к новым условиям;
10. Склонность к медленному темпу и однообразным делам.

Выведите средний балл. Сравните два полученных значения. Сравнение двух средних баллов покажет, каким является возбуждение – подвижным или инертным.

Затем исследуйте **подвижность тормозных процессов**. Оценке подлежат следующие особенности.

1. Быстрота двигательных и речевых реакций;
2. Быстрота возбуждения (в ситуациях, когда нужно сохранить способность к спокойствию);
3. Готовность к действиям;
4. Склонность к подвижному образу жизни (к переездам, экскурсиям и т.д.);
5. Умение быстро осваиваться с новой обстановкой;
6. Умение оправдываться, изворачиваться;
7. Общительность;
8. Вспыльчивость;
9. Быстрота вхождения в трудовой ритм после отдыха;
10. Мнение окружающих о том, насколько деятелен, расторопен человек.

Как и в других случаях, вычислите средний балл, а далее произведите определение инертности торможения. Она проявляется по тем же показателям, только теперь, чем медленнее и труднее «снимаются тормоза», тем выше оценка. Вновь вычислите средний балл. Сравнением двух абсолютных цифр (средних показателей подвижности и инертности тормозного процесса) определяется характеристика торможения – является ли оно подвижным (легко преодолеваемым) или инертным.

Из перечисленных выше характеристик образуются 4 основных типа ВНД, общих для человека и животных.

Индивидуально-типологические особенности ВНД

№	Сила нервных процессов	Уравновешенность нервных процессов		Подвижность нервных процессов			
		сила возбудимости	сила торможения	подвижность возбуждения	инертность возбуждения	подвижность торможения	инертность торможения
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10							
средний балл							

В отличие от животных для человека характерны 3 дополнительных типа ВНД, в основе которых лежит соотношение сигнальных систем действительности: художественный тип, мыслительный тип, средний тип. Определить свою принадлежность к тому или иному типу можно следующим образом.

Оцените по пятибалльной системе следующие качества, определяющие **проявления художественного склада**. Выведите средний балл.

1. Эмоциональность восприятия природы.
2. Образность мышления.
3. Мечтательность.
4. Выразительность мимики и пантомимики.
5. Склонность к артистической деятельности.
6. Склонность к импульсивным, предварительно необдуманным поступкам.
7. Склонность к конкретным наукам.
8. Простота и непосредственность.
9. Любовь к животным, сценическому искусству.
10. Любовь к красивой и оригинальной одежде.

Мыслительный тип определяется по следующим качествам.

1. Обдумывание своих поступков.
2. Склонность к сомнениям, стремление самому разобраться во всем, не доверяя чужим заключениям.

3. Склонность к абстрактным наукам.
4. Склонность к анализу и обобщениям.
5. Предусмотрительность.
6. Полнота волевого акта (осознанность желаний, способность принимать решение, исполнять его).
7. Хорошая память на факты.
8. Степень самокритичности.
9. Склонность к обсуждению сложных вопросов; размышлениям, теоретизированию.
10. Выбор друзей, избирательность отношений с другими людьми.

Снова выведите средний балл. Далее сравните полученные средние значения. Если показатели художественного типа преобладают над мыслительными на 0,3 и более баллов – тип художественный, если наоборот – мыслительный. Если же эти цифры равны в пределах тех же трех десятых – тип средний.

Оформление опыта. Заполните таблицу. На основании полученных данных определите свою принадлежность к определенному типу ВНД.

Лабораторная работа 2
Определение темперамента по опроснику Айзенка

Цель работы: овладеть методикой определения темперамента по методике Айзенка.

Ход работы. Испытуемым предлагается несколько вопросов. На каждый вопрос следует отвечать только «да» или «нет». Не следует тратить время на обсуждение вопросов, здесь нет хороших или плохих ответов, т.к. это не испытание умственных способностей.

Вопросы

1. Часто ли вы испытываете тягу к новым впечатлениям, к тому, чтобы отвлечься, испытать сильные ощущения?
2. Часто ли вы чувствуете, что нуждаетесь в друзьях, которые могут вас понять, ободрить, посочувствовать?
3. Считаете ли вы себя беззаботным человеком?
4. Очень ли трудно вам отказаться от своих намерений?
5. Обдумываете ли вы свои дела не спеша и предпочитаете ли подождать прежде чем действовать?
6. Всегда ли вы сдерживаете свои обещания, даже если это вам невыгодно?
7. Часто ли у вас бывают спады и подъемы настроения?
8. Быстро ли вы обычно действуете и говорите?

9. Возникало ли у вас когда-нибудь чувство, что вы несчастны, хотя никакой серьезной причины для этого не было?
10. Верно ли, что на «спор» вы способны решиться на все?
11. Смущаетесь ли вы, когда хотите познакомиться с человеком противоположного пола, который вам симпатичен?
12. Бывает ли когда-нибудь, что разозлившись вы выходите из себя?
13. Часто ли бывает, что вы действуете необдуманно, под влиянием момента?
14. Часто ли вас беспокоит мысль о том, что вам не следовало что-либо делать или говорить?
15. Предпочитаете ли вы чтение книг встречам с людьми?
16. Верно ли, что вас легко задеть?
17. Любите ли вы часто бывать в компании?
18. Бывают ли у вас такие мысли, которыми вам бы не хотелось делиться с другими?
19. Верно ли, что иногда вы настолько полны энергии, что все горит в руках, а иногда чувствуете усталость?
20. Стараетесь ли вы ограничить круг своих знакомств небольшим числом самых близких друзей?
21. Много ли вы мечтаете?
22. Когда на вас кричат, отвечаете ли вы тем же?
23. Считаете ли вы все свои привычки хорошими?
24. Часто ли у вас появляется чувство, что вы в чем-то виноваты?
25. Способны ли вы иногда дать волю своим чувствам и беззаботно развлекаться в веселой компании?
26. Можно ли сказать, что нервы у вас часто бывают натянуты до предела?
27. Слывете ли вы за человека живого и веселого?
28. После того как дело сделано, часто ли вы мысленно возвращаетесь к нему и думаете, что смогли бы сделать лучше?
29. Чувствуете ли вы себя неспокойно, находясь в большой компании?
30. Бывает ли, что вы передаете слухи?
31. Бывает ли, что вам не спится из-за того, что в голову лезут разные мысли?
32. Если вы хотите что-то узнать, вы предпочитаете найти это в книге или спросить у людей?
33. Бывает ли у вас сильное сердцебиение?
34. Нравится ли вам работа, требующая сосредоточения?
35. Бывают ли у вас приступы дрожи?
36. Всегда ли вы говорите правду?
37. Бывает ли вам неприятно находиться в компании, где подшучивают друг над другом?
38. Раздражительны ли вы?

39. Нравится ли вам работа, требующая быстродействия?
40. Верно ли, что вам часто не дают покоя мысли о разных неприятностях и ужасах, которые могли бы произойти, хотя все кончилось благополучно?
41. Верно ли, что вы неторопливы в движениях и несколько медлительны?
42. Опаздываете ли вы когда-нибудь на работу или на встречу с кем-либо?
43. Часто ли вам снятся кошмары?
44. Верно ли, что вы так любите поговорить, что не упускаете любого случая побеседовать с новым человеком?
45. Беспокоят ли вас какие-нибудь боли?
46. Огорчились бы вы, если бы долго не могли видеться с друзьями?
47. Вы нервный человек?
48. Есть ли среди ваших знакомых, которые явно вам не нравятся?
49. Вы уверенный в себе человек?
50. Легко ли вас задевает критика ваших недостатков или вашей работы?
51. Трудно ли вам получить настоящее удовольствие от мероприятий, в которых участвует много народу?
52. Беспокоит ли вас чувство, что вы чем-то хуже других?
53. Сумели бы вы внести оживление в скучную компанию?
54. Бывает ли, что вы говорите о вещах, в которых совсем не разбираетесь?
55. Беспокоитесь ли вы о своем здоровье?
56. Любите ли вы подшутить над другими?
57. Страдаете ли вы бессонницей?

Обработка результатов

Экстраверсия – находится сумма ответов «да» в вопросах: 1, 3, 8, 10, 13, 17, 22, 25, 27, 39, 44, 46, 49, 53, 56 и ответов «нет» в вопросах: 5, 15, 20, 29, 32, 37, 41, 51.

Если сумма баллов равна 0-10, то вы интроверт (замкнуты внутри себя).

Если 15-24, то вы экстраверт (общительны, обращены к внешнему миру).

Если 11-14, то вы амбиверт (общаетесь, когда вам это нужно).

Невротизм – находится количество ответов «да» в вопросах: 2, 4, 7, 9, 11, 14, 16, 19, 21, 23, 26, 28, 31, 33, 35, 38, 40, 43, 45, 47, 50, 52, 55, 57.

Если количество ответов «да» равно 0-10, то – эмоциональная устойчивость.

Если 11-16, то – эмоциональная впечатлительность.

Если 17-22, то появляются отдельные признаки расшатанности нервной системы.

Если 23-24, то невротизм, граничащий с патологией, возможен срыв, невроз.

Ложь – находится сумма баллов ответов «да» в вопросах: 6, 24, 36 и ответов «нет» в вопросах: 12, 18, 30, 42, 48, 54.

Если набранное количество баллов 0-3 – норма человеческой лжи, ответам можно доверять.

Если 4-5, то сомнительно.

Если 6-9, то ответы недостоверны.

Если ответам можно доверять, по полученным данным строится график.

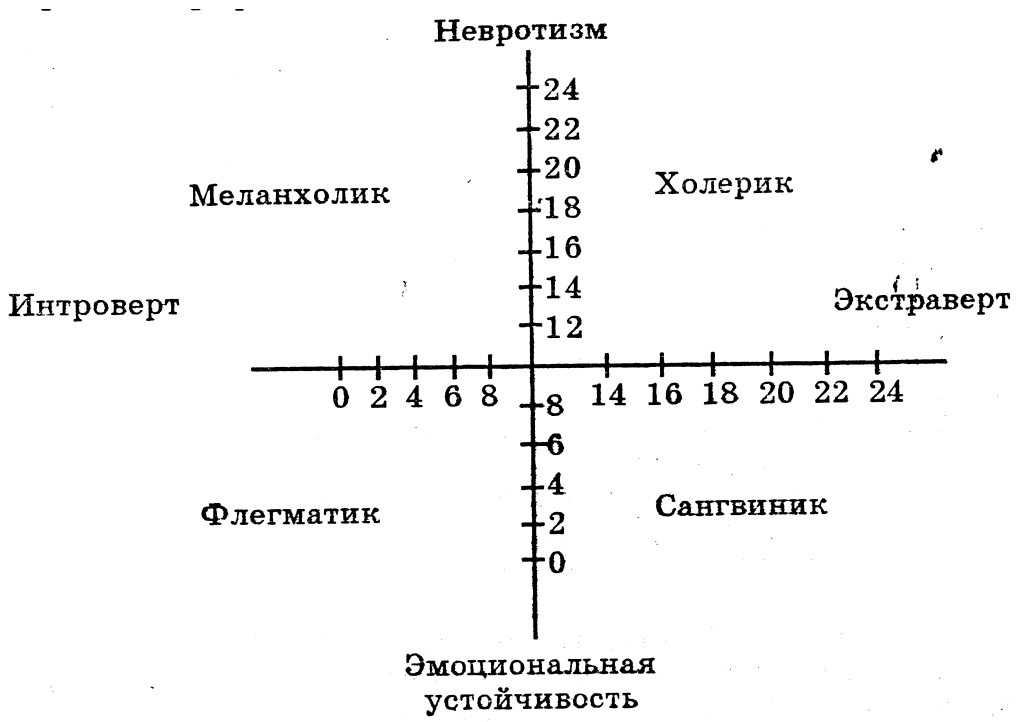


Рис.6. График к опроснику Айзенка

Сангвиник-экстраверт: стабильная личность, социален, направлен к внешнему миру, общителен, порой болтлив, беззаботный, веселый, любит лидерство, много друзей, жизнерадостен.

Холерик-экстраверт: нестабильная личность, обидчив, возбужден, несдержан, агрессивен, импульсивен, оптимистичен, активен, но работоспособность и настроение нестабильны, цикличны. В ситуации стресса – склонность к истерико-психопатическим реакциям.

Флегматик-интроверт: стабильная личность, медлителен, спокоен, пассивен, невозмутим, осторожен, задумчив, мирный, сдержанный, надеж-

ный, спокойный в отношениях, способен выдержать длительные невзгоды без срывов здоровья и настроения.

Меланхолик-интроверт: нестабильная личность, тревожен, пессимистичен, очень сдержан внешне, но чувствителен и эмоционален внутри, интеллектуальный, склонен к размышлениям. В ситуации стресса – склонность к внутренней тревоге, депрессии, срыву или ухудшению результатов деятельности (стресс кролика).

Оформление опыта. Сделайте выводы об особенностях вашего темперамента.

Лабораторная работа 3
Определение темперамента по методике А.Белова

Цель работы: овладеть методикой определения темперамента по методике А.Белова (тест «Формула темперамента»).

Ход работы. Испытуемым предлагается по 20 качеств, характеризующих тот или иной темперамент. Испытуемый отмечает знаком «+» те качества в «паспорте» темперамента, которые для него обычны, повседневны.

Если вы:

1) неусидчивы, суетливы;
2) невыдержанны, вспыльчивы;
3) нетерпеливы;
4) резки и прямолинейны в отношениях с людьми;
5) решительны и инициативны;
6) упрямы;
7) находчивы в споре;
8) работаете рывками;
9) склонны к риску;
10) незлопамятны;
11) обладаете быстрой, страстной, со сбивчивыми интонациями речью;
12) неуравновешенны, склонны к горячности;
13) агрессивный забияка;
14) нетерпимы к недостаткам;
15) обладаете выразительной мимикой;
16) способны быстро действовать и решать;
17) неустанно стремитесь к новому;
18) обладаете резкими порывистыми движениями;
19) настойчивы в достижении поставленной цели;
20) склонны к резким сменам настроения

– то вы холерик.

Если вы:

1) веселы и жизнерадостны;
2) энергичны и деловиты;
3) часто не доводите начатое дело до конца;
4) склонны переоценивать себя;
5) способны быстро схватывать новое;
6) неустойчивы в интересах и склонностях;
7) легко переживаете неудачи и неприятности;
8) легко приспосабливаетесь к разным обстоятельствам;
9) с увлечением беретесь за любое новое дело;
10) быстро остываете, если дело перестает вас интересовать;
11) быстро включаетесь в новую работу и быстро переключаетесь с одной работы на другую;
12) выносливы и работоспособны;
13) тяготитесь однообразием будничной кропотливой работы;
14) общительны и отзывчивы, не чувствуете скованности с новыми для вас людьми;
15) обладаете громкой, быстрой, отчетливой речью, сопровождающейся жестами, выразительной мимикой;
16) сохраняете самообладание в неожиданной сложной обстановке;
17) обладаете всегда бодрым настроением;
18) быстро засыпаете и пробуждаетесь;
19) часто несобранны, проявляете поспешность в решениях;
20) склонны иногда скользить по поверхности, отвлекаться

– вы, сангвиник.

Если вы:

1) спокойны и хладнокровны;
2) последовательны и обстоятельны в делах;
3) осторожны и рассудительны;
4) умеете ждать;
5) молчаливы и не любите попусту болтать;
6) обладаете спокойной, равномерной речью, с остановками, без резко выраженных эмоций, жестикуляции и мимики;
7) сдержанны и терпеливы;
8) доводите начатое дело до конца;
9) не растрачиваете попусту сил;
10) придерживаетесь выработанного распорядка дня, жизни, системы в работе;
11) легко сдерживаете порывы;
12) маловосприимчивы к ободрению и поощрению;
13) незлобивы, проявляете снисходительное отношение к колкостям в свой адрес;
14) постоянны в своих отношениях и интересах;

15) медленно включаетесь в работу и медленно переключаетесь с одного дела на другое;
16) ровны в отношениях со всеми;
17) любите аккуратность и порядок во всем;
18) с трудом приспосабливаетесь к новой обстановке;
19) обладаете выдержкой;
20) несколько медлительны

– вы флегматик.

Если вы:

1) стеснительны и застенчивы;
2) теряетесь в новой обстановке;
3) затрудняетесь установить контакт с незнакомыми людьми;
4) не верите в свои силы;
5) легко переносите одиночество;
6) чувствуете подавленность и растерянность при неудачах;
7) склонны уходить в себя;
8) быстро утомляетесь;
9) обладаете тихой речью;
10) невольно приспосабливаетесь к характеру собеседника;
11) впечатлительны до слезливости;
12) чрезвычайно восприимчивы к одобрению и порицанию;
13) предъявляете высокие требования к себе и к окружающим;
14) склонны к подозрительности и к мнительности;
15) болезненно чувствительны и легко ранимы;
16) чрезмерно обидчивы;
17) скрытны и необщительны, не делитесь ни с кем своими мыслями;
18) малоактивны и робки;
19) уступчивы, покорны;
20) стремитесь вызвать сочувствие и помощь у окружающих

– вы меланхолик.

№	Паспорт темперамента			
	холерик	сангвиник	меланхолик	флегматик
1 2 3 . . . 20				
Количество положительных ответов				

Обработка результатов

Если количество положительных ответов в «паспорте» темперамента, того или иного типа составляет 16-20 – то это значит, что у вас ярко выражены черты данного типа темперамента.

Если положительных ответов 11-15 – качества данного темперамента присущи вам в значительной степени.

Если 6-10, то качества данного типа присущи в небольшой степени.

Определите формулу своего темперамента

$$\text{ФТ} = (X\frac{Ax}{A}\times 100\%) + (C\frac{Ac}{A}\times 100\%) + (\Phi\frac{A\phi}{A}\times 100\%) + (M\frac{Ам}{A}\times 100\%);$$

где ФТ – формула темперамента;

Х – холерический темперамент;

С – сангвинический темперамент;

Ф – флегматический темперамент;

М – меланхолический темперамент;

А – общее число плюсов по всем типам;

Ах – число плюсов в «паспорте холерика»;

Ас – число плюсов в «паспорте сангвиника»;

Аф – число плюсов в «паспорте флегматика»;

Ам – число плюсов в «паспорте меланхолика».

В конечном виде формула темперамента приобретает такой, например, вид:

ФТ = 35% Х + 30% С + 14% Ф + 21%М;

Это, значит, что данный темперамент на 35% – холерический, на 30% сангвинический, на 14% – флегматический, на 21% – меланхолический.

Если относительный результат числа положительных ответов, по какому либо типу составляет 40% и выше, значит, данный тип темперамента является у вас доминирующим, если 30-39 – то качество данного типа выражены достаточно ярко; если 20-29% – качество данного типа выражены средне, если 10-29% – качества данного темперамента выражены в малой степени.

Оформление опыта. Сделайте выводы об особенностях вашего темперамента.

Тема 3. НАСЛЕДСТВЕННО ЗАКРЕПЛЕННЫЕ

ФОРМЫ ПОВЕДЕНИЯ

Теоретические сведения

Безусловные рефлексы – это врожденные, видовые реакции организма, осуществляемые по стабильным, готовым к моменту рождения рефлекторным путям, в ответ на адекватные раздражители. Безусловные рефлексы связаны с жизненно важными биологическими потребностями и осуществляются в пределах стабильного рефлекторного пути (рефлекторной дуги). Рефлекторная дуга безусловного рефлекса генетически детерминирована. Они осуществляются на основе врожденных нервных связей, отражающих филогенетический опыт приспособления к условиям существования. Безусловные рефлексы относительно постоянны, стереотипно проявляются в ответ на адекватное раздражение определенного рецептивного поля и служат основой для формирования многочисленных условных рефлексов, связанных с индивидуальным опытом.

К безусловным рефлексам относятся, например, выделение желудочного сока при попадании пищи в рот, отдергивание руки при болевом раздражении, питье жидкости при изменении кислотно-щелочного равновесия в организме, мигание при попадании струи воздуха в глаз и т.д.

Каждое животное к моменту своего рождения обладает сложной системой безусловных рефлексов как генетически детерминированных ответов организма на воздействия факторов внешней среды. Безусловные рефлексы нельзя представлять себе в виде простых единичных двигательных реакций на раздражение – это сложная система актов, совершаемых в определенной временной последовательности.

Осуществление безусловно-рефлекторной деятельности обеспечивает возможность существования биологической особи в относительно стабильных условиях среды обитания.

Безусловные рефлексы характеризуются довольно жесткой программой. У низших животных эта программа выполняется, несмотря на возможные изменения условий внешней среды. У высших животных программа безусловного рефлекса в ходе его выполнения может быть изменена в результате изменения эмоционального статуса, у человека к этому добавляется возможность изменения программы рефлекса посредством сознания, проявлением человеческой воли.

Система безусловных рефлексов окончательно формируется (дозревает и изменяется) в онтогенезе. На этот процесс накладывает отпечаток внешняя среда. Например, если щегла выращивать в неволе без контакта с другими птицами в условиях полной звуковой изоляции, то он все равно будет петь свои брачные песни после созревания его половой системы. Но эти песни будут лишены той живости и выразительности, которая характерна для свободно вырастающих птиц.

Безусловные рефлексы могут быть разделены на следующие три группы: витальные, ролевые, или зоосоциальные, и рефлексы саморазви-

тия.

Витальные безусловные рефлексы **–** обеспечивают физическое выживание особи. Это питьевые рефлексы, пищевые, рефлексы сна, оборонительные рефлексы и т.д.

Ролевые, или зоосоциальные, безусловные рефлексы могут быть осуществлены только в кругу себе подобных. Это половые и родительские рефлексы, рефлексы лидера в стае и подчиненного самца, рефлексы хозяина занимаемой территории и рефлексы пришельца, рефлекс эмоционального резонанса (отклика).

Безусловные рефлексы саморазвития обеспечивают приспособление особи к каким-то новым для него формам существования. К числу рефлексов саморазвития относятся рефлекс свободы, подражательные и игровые рефлексы, а также ориентировочный рефлекс.

Общими для всех безусловных рефлексов являются следующие признаки:

- врожденные, отражающие видовые особенности организма;
- относительно постоянные в течение жизни;
- реализуемые по анатомическим путям, определенным генетически;
- свойственные всем уровням ЦНС и преимущественно осуществляемые ее низшими отделами (спинной мозг, стволовой отдел, подкорковые ядра);
- реагирующие на действие наличного раздражителя, которого уже нельзя избежать;
- каждый безусловный рефлекс имеет свое специфическое рецептивное поле и специфические раздражители;

Система безусловных рефлексов, направленных на удовлетворение как биологических, так и зоосоциальных потребностей представляет собой очень обширную платформу сложноповеденческих реакций, выполняемых по генетически детерминированным программам. Система безусловных рефлексов обеспечивает выживание особи в относительно стандартных, мало меняющихся условиях внешней среды, но в то же время в результате осуществления рефлексов саморазвития дает возможность особи подготавливать саму себя к осуществлению новых форм поведения, которые незначимы для нее на данной стадии онтогенеза, но будут безусловно полезны и значимы в будущей жизни.

Огромная и сложная система безусловных рефлексов как высших животных, так и человека является той функциональной основой, на которой базируется их высшая нервная деятельность, основывающаяся на формировании и реализации условных рефлексов.

Инстинкты **(**лат. instinctus – побуждение) – жизненно важные целенаправленные адаптивные формы поведения, обусловленные врожден-

ными механизмами, которые реализуются в ходе онтогенетического развития и характеризуются строгим постоянством (стереотипностью) своего внешнего проявления у данного вида организмов и возникающие на специфические раздражители внешней и внутренней среды организма (Словарь физиологических терминов, 1987).

В литературе даются и другие определения этого понятия. Например, *инстинкты* – это генетически детерминированные формы поведения, направленные на удовлетворение биологических, социальных и идеальных потребностей. *Инстинкты* – это та часть поведения животных и человека, которая характерна для организмов данного вида и закреплена за ними генетически. *Инстинкт* – это комплекс безусловных рефлексов. *Инстинкт* – это комплекс двигательных актов, или последовательность действий, свойственных организму данного вида, реализация которых зависит от функционального состояния животного (определяемого доминирующей потребностью) и сложившихся в данной ситуации условий. *Инстинкт* – это врожденная и строго координированная форма поведения, осуществляемая под влиянием основных биологических потребностей и отражающая полезный опыт предыдущих поколений данного биологического вида.

Все инстинкты, реализуемые в поведенческих реакциях животного, направлены на получение полезного результата. Способность к инстинктивному поведению передается по наследству, причем, как отмечал Ч.Дарвин, особенности этих жестко запрограммированных действий столь же характерны для животных определенного вида, как и особенности строения их тела. Инстинктивная деятельность человека, в силу того, что его поведение во многом определяется социальными законами общества, значительно преобразована и находится под контролем сознания. Однако в ряде случаев, когда контроль со стороны коры головного мозга за нижележащими подкорковыми структурами ослабевает (например, в состоянии сна, опьянения, при действии наркотиков и т.д.), инстинктивная деятельность людей проявляется в яркой форме (например, в форме повышенной сексуальности, агрессивности и т.д.).

В целом, в эволюционном аспекте инстинкты следует рассматривать как переход от безусловнорефлекторной деятельности к условнорефлекторной.

В 1964 году немецкий зоолог Г.Э.Циглер описал следующие критерии инстинкта:

- в основе инстинкта лежат побуждение и способность к действию, являющиеся наследственными свойствами вида;
- инстинкт не требует предварительного обучения;
- инстинкт выполняется одинаково у всех нормальных представителей вида;
- инстинкт соответствует морфологической и физиологической организации животного;

– инстинкт приспособлен к экологическим условиям обитания вида.

Сложное инстинктивное поведение представляет собой сплав наследственно закрепленных стабильных актов и актов, приобретенных в ходе индивидуального развития, т.е. индивидуальная адаптация видового опыта. Другими словами, животное рождается с заложенной в нем наследственной поведенческой программой, но на протяжении всего периода постнатального онтогенеза оно учится правильно применять эту программу соответственно требованиям окружающей среды. Многие наблюдения показывают, что инстинкты способны к индивидуальной изменчивости. Принято выделять наиболее «ритуализированные» действия и наиболее изменчивые его элементы.

Инстинктивные реакции, как правило, целесообразны, но эта целесообразность проявляется в относительно постоянных условиях существования. При резком изменении условий окружающей среды инстинкты становятся нецелесообразными. Например, инстинктивная оборонительная реакция ежа (свертывание в колючий клубочек) теряет свое назначение, когда он оказывается застигнутым автомобилем на шоссе.

Морфологически инстинктивная деятельность высших животных и человека строится на врожденных связях подкорковых центров с корой головного мозга. На этой основе образуются в индивидуальной жизни различные новые связи, накапливается жизненный опыт, формируется высшая нервная деятельность. Любая форма обучения человека и животных строится на основе инстинктов, которые постепенно отступают на задний план, а ведущую роль начинают играть уже приобретенные формы деятельности, т.е. условные рефлексы. С этих позиций воспитать человека – означает, прежде всего, выработать способность подавлять и направлять инстинктивную деятельность в необходимое русло.

В основе инстинктивного поведения сложного характера выделяют три основных этапа его осуществления – подготовительный, поисковый и завершающий. Прежде всего, для реализации инстинкта необходимо формирование соответствующего биологического влечения, т.е. мотивации. Например, появление чувства голода. Это является подготовительным этапом инстинктивной деятельности, направленной на удовлетворение потребности в пище. Затем животное начинает активно исследовать окружающую среду, отыскивая с помощью органов чувств внешние сигналы, которые свидетельствовали бы о наличии пищи в окружающей среде. Это поисковый этап инстинктивного поведения, направленного на добывание пищи, который продолжается до тех пор, пока не будет найден пусковой раздражитель – внешний сигнал, запускающий жестко запрограммированную и строго координированную инстинктивную деятельность, т.е. завершающий этап. Например, вид или голос добычи является тем пусковым раздражителем, который вызывает у хищника определенную последова-

тельность двигательных реакций (подкрадывание, нападение, схватывание, умерщвление жертвы). Инстинктивные действия, происходящие на завершающем этапе, т.е. собственно акт еды, практически одинаковы для всех животных данного вида.

Для проявления инстинктивного поведения необходимо действие внутренних и внешних факторов. Внутренние факторы – это нарушение гомеостаза, или постоянства внутренней среды организма, которое может проявляться, в частности, в нарушении содержания гуморальных компонентов организма. Внешние факторы – это так называемые ключевые, или пусковые стимулы (например, поиск партнера в период полового возбуждения, поиск материала для построения гнезда и т.п.).

Инстинкты разделяют на три группы: витальные (биологические), социальные (зоосоциальные, или ролевые) и идеальные, или инстинкты саморазвития. В основу данной классификации положены виды потребностей, которые удовлетворяются при реализации соответствующих инстинктов.

Реализация витальных инстинктов обеспечивает сохранение индивидуума и вида. К ним относятся пищевые, питьевые, оборонительные инстинкты, инстинкты, направленные на регуляцию цикла «сон – бодрствование», инстинкты экономии силы и другие. Для данной группы инстинктов характерно, что неудовлетворение соответствующей потребности ведет к гибели особи и что удовлетворение потребности не требует участия другой особи того же вида.

Социальные (зоосоциальные, или ролевые) инстинкты реализуются только при взаимодействии с другими особями своего вида. Это половые и родительские инстинкты, стадные инстинкты, инстинкты территориального поведения, включая инстинкты миграции, это инстинкты эмоционального резонанса, в том числе инстинкты формирования групповой иерархии. Во всех данных формах поведения отдельная особь выступает либо в качестве брачного партнера, родителя или детеныша, хозяина территории или пришельца, лидера или ведомого. Все виды этой группы инстинктов носят строгий видоспецифический характер и тесно связаны с уровнем социализации.

К инстинктам саморазвития относятся разнообразные проявления ориентировочно-исследовательского поведения, инстинкты сопротивления (или рефлекс свободы, по И.П.Павлову), подражательные и игровые инстинкты. Инстинкты саморазвития не связаны с индивидуальной или видовой адаптацией к существующей среде обитания в данный момент, а обращены к будущему; кроме того, они самостоятельны и невыводимы из других потребностей живого организма и несводимы к другим ранее упомянутым группам инстинктов.

Вопрос о механизмах передачи по наследству инстинктов (как и в целом, безусловных рефлексов) остается до настоящего времени откры-

тым. Так как в геноме содержится информация только о структуре белков организма, то можно предположить, что для каждого вида животных и человека существуют специфические белки, организующие в пренатальном и постнатальном периодах рефлекторные дуги, в том числе необходимые для реализации инстинктов.

Ход занятия

Устно раскройте темы занятия:

1. Врожденные формы поведения: виды, значение.
2. Основные положения рефлекторной теории.
3. Безусловные рефлексы: понятие и значение.
4. Классификация безусловных рефлексов.
5. Сравнительная характеристика безусловных и условных рефлексов.
6. Инстинкты – сложнорефлекторные компоненты поведения.

Тема 4. ПРИОБРЕТЕННЫЕ ФОРМЫ ПОВЕДЕНИЯ

Теоретические сведения

Приобретенное поведение – это формирование в течение индивидуальной жизни навыков, приспособительных реакций организма на воздействие внешней среды. К приобретенным формам поведения относятся: условные рефлексы, динамический стереотип, запечатление, навыки, привычки, рассудочная деятельность.

В реальном поведении врожденные и приобретенные его формы не существуют изолированно, их совместная деятельность реализуется в едином поведенческом акте.

Условный рефлекс – это приспособительная деятельность, осуществляемая высшими отделами ЦНС путем образования временных связей между сигнальным раздражителем и регистрируемой реакцией, вызванной безусловным раздражителем.

Физиологическую основу условного рефлекса составляет процесс «замыкания» (И.П.Павлов) временной связи.

Временная (условная) связь – это совокупность нейрофизиологических, биохимических и ультраструктурных изменений мозга, возникающих в процессе сочетания условного и безусловного раздражителей и формирующих определенные взаимоотношения между различными мозговыми образованиями. Механизм памяти фиксирует эти взаимоотношения, обеспечивая их удержание и воспроизведение.

Общими для всех условных рефлексов являются следующие признаки:

- приобретаются в течение жизни, отражают индивидуальные особенности организма;
- образуются, изменяются и отменяются, когда становятся неадекватными условиям жизни;
- реализуются по функционально-организующимся временным (замыкательным) связям;
- для своего образования и реализации требуют целостности коры большого мозга, особенно у высших млекопитающих животных;
- условные рефлексы могут образовываться с любого рецептивного поля на самые разнообразные раздражители;
- приспосабливают организм к действию стимула, которое еще предстоит испытать, т.е. имеют сигнальное (предупредительное) значение.

Для образования условных рефлексов необходимо:

- наличие двух раздражителей: индифферентного (безразличного), который хотят сделать условным, и безусловного, вызывающего какую-либо деятельность организма;
- индифферентный раздражитель (свет, звук и т.п.) должен предше-

ствовать безусловному;
- безусловный раздражитель должен быть сильнее условного;
- отсутствие отвлекающих посторонних раздражителей;
- адекватное состояние коры.

Условные рефлексы классифицируются по нескольким критериям: по биологическому значению (пищевые, защитные, половые); по виду рецепторов, с которых идет выработка (экстерорецептивные, интерорецептивные, проприорецептивные); в зависимости от отдела нервной системы (соматические и вегетативные); по анализатору, воспринимающему условный раздражитель (зрительные, слуховые, и тд.); по характеру условного раздражителя (натуральные и искусственные), по сложности (простые, комплексные, цепные инструментальные); по методу выработки (коротко-оставленные, длительнооставленные, запаздывательные, следовые, совпадающие); по выработке условного рефлекса на базе другого условного рефлекса (рефлексы 1 порядка, рефлексы 2 порядка, рефлексы 3 порядка); в зависимости от сигнальной системы (условные рефлексы на основе 1 сигнальной системы и на основе 2 сигнальной системы).

Условные рефлексы, как и безусловные, подчиняются закону силы: с увеличением силы стимула ответная реакция возрастает.

Биологическое значение условных рефлексов состоит в их предупредительной, сигнальной роли. Они имеют для организма приспособительное значение, готовя организм к будущей полезной поведенческой деятельности и помогая ему избежать вредных воздействий, тонко и эффективно адаптироваться к окружающей природной и социальной среде.

Известно два вида торможения условных рефлексов: врожденное (безусловное) и приобретенное (условное), каждый из которых имеет собственные варианты.

Врожденное (безусловное) торможение подразделяется на внешнее торможение и запредельное.

Внешнее торможение – торможение, которое проявляется в ослаблении или прекращении наличного (протекающего в данный момент) условного рефлекса при действии какого-либо постороннего раздражителя.

Гаснущий тормоз – это посторонний сигнал, который с повторением его действия теряет свое тормозящее влияние, т.к. не имеет существенного значения для организма.

Постоянный тормоз – дополнительный раздражитель, который с повторением не теряет своего тормозящего действия.

Запредельное торможение возникает при действии чрезвычайно сильного условного сигнала.

Приобретенное (условное) торможение условных рефлексов (внутреннее) требует своей выработки, как и сам рефлекс.

Угасательное торможение возникает при повторном применении условного сигнала и неподкреплении его.

Запаздывательное торможение возникает при отставлении подкрепления на 1-3 мин. относительно начала действия условного сигнала.

Дифференцировочное торможение вырабатывается при дополнительном включении раздражителя, близкого по свойствам к условному, и неподкреплении его.

Условный тормоз возникает при добавлении к условному сигналу другого раздражителя и неподкреплении этой комбинации.

Внешний мир действует на организм не единичными раздражителями, а обычно системой одновременных и последовательных раздражителей. Если такая система часто повторяется, то это ведет к образованию системности, или ***динамического стереотипа*****,** в деятельности нейронов коры больших полушарий головного мозга.

Динамический стереотип представляет собой последовательную цепь условно-рефлекторных актов, осуществляющихся в строго определенном, закрепленном во времени порядке. Динамические стереотипы являются следствием сложной системной реакции организма на сложную систему положительных (подкрепляемых) и отрицательных (неподкрепляемых, или тормозных) условных и безусловных раздражителей.

Выработка стереотипа – это пример сложной аналитико-синтетической деятельности коры больших полушарий головного мозга. Стереотип трудно вырабатывается, но если он выработан, то поддержание его не требует значительного напряжения деятельности нейронов, многие действия при этом становятся автоматическими. Динамические стереотипы являются основой образования привычек, формирования определенной последовательности в трудовых операциях, приобретения умений и навыков.

Стереотипы сохраняются долгие годы и составляют основу поведения человека. Стереотипы трудно поддаются переделке, однако незначительные изменения, вызванные изменениями окружающих условий, возможны.

Жизнедеятельность организмов в постоянно меняющейся внешней среде включает широкий спектр индивидуальных поведенческих адаптаций. Генетически детерминированные формы поведения, отражающие накопленный в генофонде видовой опыт предшествующих поколений, оказываются недостаточными, чтобы обеспечить активное существование особи в изменчивой окружающей среде. Чем меньше выражен диапазон колебаний факторов окружающей среды, тем в большей степени поведение животных может опираться на опыт предшествующих поколений, «записанный» в его генотипе. И наоборот, чем больше изменчивость окружающей действительности, тем меньше прагматическая ценность видового опыта, тем в большей мере возрастает необходимость в приобретении соб-

ственного, индивидуального опыта.

Индивидуальный опыт приобретается различными путями, в основе которых лежит общая способность живых организмов к обучению, что возможно благодаря важнейшему свойству организма сохранять на какой-то срок элементы обучения, то есть свойству памяти.

Под обучением рассматривают процесс, состоящий в появлении адаптивных изменений индивидуального поведения в результате приобретения опыта. Этот процесс может быть оценен только по результатам поведения, т.е. по тем поведенческим актам, которые животные запомнили в результате обучения.

Существует несколько классификаций форм обучения. В основу данной классификации положены филогенетическая и онтогенетическая динамика развития живого организма.

*Неассоциативное, или облигатное, обучение***.** Молодые организмы обеспечены достаточно стабильным набором внешних стимулов, оперировать которыми им приходится на самых ранних этапах самостоятельного существования. Обучение в этот период носит неассоциативный, облигатный характер, который в значительной степени обусловлен набором средовых факторов и не требует непременного совпадения (ассоциации) внешних сигналов с той или иной целостной деятельностью организма, т.е. является стимулзависимым. К данной форме обучения относят суммационный рефлекс, привыкание, запечатление (импринтинг), подражание (имитация).

Ассоциативное, или факультативное, обучение. На более поздних этапах онтогенеза по мере созревания организма поведение все в большей мере приобретает активный характер. Значительно расширяется спектр внешних факторов, которые могут приобретать то или иное сигнальное значение в зависимости от ассоциации их с целостной биологической реакцией. Поэтому на данном этапе актуальным становится ассоциативное, или факультативное, обучение. От относительно пассивного восприятия среды организм переходит к активному процессу формирования собственной среды путем извлечения для себя ее функциональных составляющих, значимых для выполнения тех или иных актов поведения. Обучение в этот период определяется результативностью контакта организма со средой, т.е. носит эффект-зависимый характер. К ассоциативному обучению относят классический условный рефлекс и инструментальный условный рефлекс (включая обучение по типу проб и ошибок).

Когнитивное обучение. Высшие формы обучения, которые в литературе получили название когнитивное обучение, свойственны в большей степени взрослым животным с высокоразвитой нервной системой. Эти формы обучения опираются на свойство ЦНС формировать функциональную структуру окружающей среды в концептуальном плане, т.е. формировать целостный образ окружающей среды. Все формы когнитивного обу-

чения основаны на извлечении закономерностей и связей, существующих между отдельными компонентами внешней среды, но базируются они на первых двух формах обучения, т.е. на неассоциативном и ассоциативном. К когнитивным формам обучения относят образную (психонервную) деятельность, элементарную рассудочную деятельность и вероятностное прогнозирование.

Ход занятия

1. Устно раскройте темы занятия:
    1. Приобретенные формы поведения: классификация, значение.
    2. Условные рефлексы: понятие, значение.
    3. Правила выработки условных рефлексов.
    4. Классификация условных рефлексов.
    5. Физиологические механизмы образования условных рефлексов.
    6. Торможение условных рефлексов.
    7. Аналитико-синтетическая деятельность мозга. Динамический стереотип.
2. Просмотрите видеофильм «Условные рефлексы».
3. Выполните предложенные лабораторные работы.
4. Ответьте на вопросы для самоконтроля.

Лабораторная работа 1
Выработка условного мигательного рефлекса у человека

Цель работы: овладеть методикой выработки глазодвигательного условного рефлекса у человека; проследить проявление угасательного торможения.

Оснащение: ширма, очковая оправа с укрепленной на ней трубочкой и грушей, электрический звонок.

Ход работы.

1. Исследуемый и экспериментатор садятся друг против друга у стола. Их разделяет ширма.
2. На испытуемого надевают очковую оправу и с помощью груши подают струю воздуха на склеру и роговицу, при этом возникает мигание (на грушу следует нажимать слегка, чтобы струя воздуха не вызывала болевых ощущений).
3. Включите на несколько секунд звонок, и убедитесь, что это мигания не вызывает.
4. Проверив действие звонка и струи воздуха, приступите к выработке условного рефлекса. Для этого включите звонок на 5 секунд. Спустя 1-2

секунды после включения звонка подавайте струю воздуха до окончания звучания звонка. Сочетание раздражителей повторяйте 7-12 раз с интервалом не менее 1 минуты.

5. После 7-12 раз сочетаний включите звонок, не подкрепляя его подачей воздуха. Наблюдающееся мигание свидетельствует об образовании условного рефлекса. Если мигания нет, повторите сочетание двух раздражителей еще несколько раз, и снова пробуйте изолированное действие звонка.
6. Повторяйте сочетание двух раздражителей (звонок + струя воздуха) до тех пор, пока не вырабатывается мигательный рефлекс на звонок. Реально условный рефлекс вырабатывается после 15-20 повторов.
7. Отметьте, сколько раз понадобилось сочетать звуковое и безусловное раздражение до выработки условного рефлекса.
8. После выработки условного рефлекса укрепите его одновременным действием двух раздражителей (5-8 раз). Продолжайте с тем же интервалом включать звонок без подкрепления его обдуванием. Отметьте, через сколько включений условный рефлекс угасает, т.е. прекратится мигание в ответ на звонок. Торможение обычно наступает после 5-10 раз – это нормальный средний результат. Если чуть менее – быстрое торможение, более – медленное торможение.

Результаты выработки и угасания мигательного рефлекса

№	Условный раздражитель	Безусловный раздражитель	Результат
подготовка к опыту			
1	звонок	–	не вызывает мигания
2	–	струя воздуха	мигание
выработка мигательного условного рефлекса			
1	звонок	струя воздуха	мигание
…	…	…	…

Оформление опыта. Результаты опыта внести в протокол и сделать вывод.

Лабораторная работа 2
Образование у человека условного зрачкового рефлекса на звонок и слово «звонок»

Цель работы: показать возможность выработки условного рефлекса на гладкую мышцу (сфинктер) зрачка и одновременное образование условного рефлекса на слова.

Оснащение: звонок, настольная лампа, ручной экран.

Ход работы.

1. В качестве испытуемого выберите студента со светлой окраской радужной оболочки глаз и хорошей, четкой зрачковой реакцией на свет.
2. Испытуемый и экспериментатор садятся напротив друг друга. При этом испытуемый сидит лицом к окну или к настольной лампе, закрыв один глаз ладонью или ручным экраном.
3. Экспериментатор попеременно, то закрывая другой глаз испытуемого экраном, то открывая его, убеждается в наличии зрачкового рефлекса (при закрытии глаза – зрачок расширяется, а при отодвигании экрана в сторону от глаза – зрачок суживается). Расширенный зрачок хорошо виден в первый момент после снятия экрана.
4. Убедитесь, что звук звонка не вызывает зрачкового рефлекса, то есть является индифферентным раздражителем для глаза (сфинктера зрачка).
5. После этого приступают к выработке условного зрачкового рефлекса на звонок. Для этого, включив звонок, сразу же закрывают глаз испытуемого экраном, т.е. почти одновременно происходит воздействие двух раздражителей: звукового, не вызывающего расширения зрачка (будущий условный раздражитель), и затемнения глаза (безусловный раздражитель).
6. Повторяют сочетание раздражителей с интервалом 30-40 секунд несколько раз (10-12 сочетаний).
7. Через 10-12 сочетаний, включая звонок, не затемняют глаза. Если условный рефлекс образовался, то, несмотря на яркое освещение глаза светом, зрачок расширяется. Следовательно, звонок стал условным раздражителем.
8. Выработанный условный зрачковый рефлекс на звонок укрепляют, повторяя сочетания двух раздражителей еще несколько раз (8-10 раз).
9. Затем вместо включения звонка громко произносят слово *«звонок»,* но не затемняют глаза. Обычно при этом можно увидеть расширение зрачка.

Оформление опыта. Результаты опыта внести в протокол и сделать выводы.

Лабораторная работа 3
Выработка условного рефлекса, дифференцировочного и угасательного торможения у человека на словесный раздражитель

Цель работы: ознакомиться с возможностью выработки условного рефлекса у человека при словесном подкреплении и проявлением дифференцировочного и угасательного торможения.

Оснащение: секундомер.

Ход работы.

1. Работа проводится в виде коллективного эксперимента. Экспериментатор должен быть хорошо виден студентам. Предварительно студентам дается только словесная инструкция: *при команде «раз» вы должны поднять свою правую руку*.

   Словесный сигнал *«раз»* выступает в роли безусловного раздражителя, условным раздражителем является подъем правой руки экспериментатора, дифференцировочным раздражителем служит подъем левой руки экспериментатора. Экспериментатор быстро поднимает свою правую руку – условный раздражитель и в конце этого движения произносит команду «раз» – безусловный раздражитель.
2. В течение 8-9 повторений с интервалом в 15-20 секунд экспериментатор сочетает условный раздражитель – подъем руки с командой *«раз»*.
3. На 9-10 пробе экспериментатор предъявляет лишь условный раздражитель – подъем руки и подсчитывает, у какого количества испытуемых выработался условный рефлекс.
4. Повторив еще несколько раз сочетание команды *«раз»* и подъем правой руки, экспериментатор внезапно поднимает левую руку – дифференцировочный раздражитель и подсчитывает, у какого количества испытуемых наблюдается дифференцировка.
5. После нескольких сочетаний условного и безусловного раздражителей экспериментатор последовательно предъявляет лишь условный раздражитель и подсчитывает, сколько потребовалось изолированных предъявлений условного раздражителя для полного угасания условного рефлекса.

Оформление опыта. Результаты опыта внести в протокол и сделать выводы. Отразить в протоколе, что является в опыте условным, безусловным, дифференцировочным раздражителем, в чем выражается условный рефлекс, дифференцировка, угасание условного рефлекса. Отметить, сколько проб потребовалось для выработки условного рефлекса, дифференцировки и его угасания и у скольких испытуемых это произошло.

Лабораторная работа 4
Выработка навыка зеркального письма как пример разрушения старого и образования нового динамического стереотипа

Цель работы: выяснить закономерности выработки любого навыка путем моделирования.

Оснащение: секундомер.

Ход работы. Испытуемого, просят написать скорописью какое-либо слово,

например: «физиология». Экспериментатор фиксирует время, за которое оно было написано. С правой стороны от слова в скобках проставляют затраченное время.

Испытуемому предлагают написать то же слово зеркальным шрифтом справа налево. Писать надо так, чтобы все элементы букв были повернуты в противоположную сторону. Сделайте 10 попыток, каждый раз фиксируя затраченное время.

Результаты выработки навыка зеркального письма

Время необходимое для обычного написания слова, с	Время, необходимое для написания слова зеркальным шрифтом, в каждой из 10 попыток									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Оформление опыта. Используя полученные данные построить график. На оси X (абсциссе) отложить порядковый номер попытки, на оси Y (ординате) – время, которое испытуемый потратил на написание очередного слова.

Подсчитать, сколько разрывов между буквами было при написании слова обычным способом, сколько разрывов стало при первой и последующих попытках написания слова справа налево. Подсчитать число букв, в которых встречаются элементы, написанные старым способом.

Вопросы для самоконтроля

1. Вам необходимо выработать условный слюноотделительный рефлекс у собаки. Как это сделать? Какие условия необходимы для выработки рефлекса?
2. На опыты по изучению условных рефлексов привели двух собак. Перед началом опыта одна из них выпила большое количество воды. Затем началось исследование. Вначале у обеих собак условные рефлексы протекали нормально. Но через некоторое время у собаки, пившей воду, условные рефлексы исчезли. Никаких случайных внешних воздействий отмечено не было. В чем причина торможения условных рефлексов?
3. Как известно, условный рефлекс можно выработать практически на действие любого индифферентного раздражителя. Причем рефлекс вырабатывается весьма быстро. У одной собаки в павловских лабораториях никак не удавалось выработать условный рефлекс на определенный раздражитель, а именно: бульканье воды. Попытайтесь объяснить этот необычный результат.
4. На движущемся конвейере лежат одинаковые детали (металлические шарики). Некоторые из них имеют отклонения от стандарта (при этом

меняется отражающая способность поверхности) и подлежат браковке. Одна из фирм использовала в качестве контролеров – голубей. Голуби клевали бракованные детали (которые падали в специальный ящик) и не трогали нормальные шарики, оставляя их на конвейере. Эффективность выбраковки оказалась очень высокой. Почему были выбраны именно голуби, и в чем заключалось их обучение?

5. Начиная первые опыты по изучению условных рефлексов, И.П.Павлов построил «башни молчания», в которых находились экспериментальные камеры с абсолютной звукоизоляцией. Однако впоследствии оказалось, что в таких камерах собаки засыпают. Особенно быстро это происходило с собаками-сангвиниками. В чем причина?
6. Один из способов работы с алкоголизмом состоит в выработке условного рвотного рефлекса на алкоголь. Как вырабатывают этот рефлекс?
7. Можно ли при помощи условных рефлексов установить, что человек симулирует глухоту?
8. Можно ли у человека образовать условный рефлекс, не прибегая к многократному сочетанию искусственного условного сигнала с безусловным раздражителем?
9. Как доказать, что выделение слюны у собаки при виде и запахе мяса является условно-рефлекторной, а не врожденной реакцией? Почему такие рефлексы называются натуральными (естественными).

Тема 5. ПАМЯТЬ. ВНИМАНИЕ

Теоретические сведения

Память **–** это совокупность взаимосвязанных нервных процессов, протекающих в коре головного мозга, направленных на сохранение прошлого опыта в целях использования его в дальнейшей деятельности (способность приобретать, сохранять и воспроизводить в сознании информацию о ранее воздействовавшем событии).

Память тесно связана с обучением. Память и обучение являются основой для адаптации индивидуального поведения к окружающей среде. Процесс памяти включает 4 стадии: восприятие, запечатление и запоминание информации; сохранение информации; воспроизведение необходимой информации; забывание.

Наиболее простыми видами памяти являются привыкание и сенситизация.

Привыкание проявляется в постепенном уменьшении реакции по мере повторного предъявления раздражителя. Привыкание сопровождается угасанием ориентировочной реакции.

Сенситизация – процесс, противоположный привыканию, выражается в снижение порога при предъявлении раздражителя. Благодаря сенситизации организм начинает реагировать на ранее нейтральный раздражитель.

Память о структурно-функциональной организации живой системы как представителя определенного биологического вида называется ***генетической памятью*** – носителями ее являются нуклеиновые кислоты (ДНК, РНК).

Иммунологическая память – проявляется в способности иммунной системы усиливать защитную реакцию организма на повторное проникновение в него генетически инородных тел (вирусов, бактерий и др.). Иммунный ответ организма осуществляется двумя системами: системой В-лимфоцитов, продуцирующихся в костном мозге, и системой Т-лимфоцитов, образующихся в вилочковой железе.

Нейрологическая память возникает с появлением нервной системы. Ее определяют как совокупность сложных процессов, обеспечивающих формирование адаптивного поведения организма. Нейрологическую память подразделяют на *генотипическую* и *фенотипическую*. Генотипическая память обусловливает становление безусловных рефлексов, инстинктов, импринтинга, играющих важную роль в приспособлении и выживаемости вида. Фенотипическая память составляет основу адаптивного индивидуального поведения и формируется в процессе научения. Ее механизмы обеспечивают хранение и извлечение информации, приобретаемой в процессе индивидуального развития организма.

Процессы запоминания и хранения одной и той же информации о событиях, фактах, явлениях могут быть организованы на основании различных принципов и механизмов. Один и тот же факт может храниться в

сенсорном, вербальном, декларативном, процедурном видах, может вспоминаться произвольно или непроизвольно с использованием разных временных, логических, эмоциональных ассоциаций.

Непроизвольная память проявляется в тех случаях, когда не ставится специальная цель запоминания информации.

Произвольная память связана с сознательным целевым запоминанием информации.

Эмоциональная память направлена на запоминание эмоциональных компонентов поведенческого акта и субъективных переживаний человека.

Процедурная (имплицитная) память представлена моторными навыками, классическими и инструментальными рефлексами. Она формируется часто непроизвольно, требует неоднократного повторения и хранит информацию о причинно-следственных отношениях между событиями.

Декларативная (эксплицитная) память основана на оперировании с понятиями. Это память на лица, места событий, предметы. Декларативная память всегда произвольна, так как предполагает знание об объекте запоминания. Процесс запоминания проходит быстро, а информация может храниться в течение многих лет без напоминания.

Образная память подразумевает хранение информации в виде образов предметов, явлений или событий, которые сохраняют свою топологию (соотношение пространственно-временных характеристик). В зависимости от характера образа различают зрительную, слуховую, осязательную, вкусовую, обонятельную образную память.

Вербальная память представляет собой систему запоминания, основанную на смысловых характеристиках понятий. Организация и структурирование вербальной памяти основаны на кодовом (абстрактном) описании понятий и слов, обозначающих эти понятия.

Логическая память основана на причинно-следственном характере запоминания информации, использовании логических ассоциаций при воспроизведении информации из памяти.

Ассоциативная память связана с запоминанием информации на основании цепи ассоциаций, когда одно событие вызывает в памяти другие, связанные с ним по принципу самых разных аналогий, сравнений, элементов сходства или отличий.

Эпизодическая память – память на датированные во времени эпизоды и события из индивидуальной жизни человека. Она строится на основе временных ассоциаций, последовательности событий во времени, хотя учитывает также и комплекс пространственно-временных координат.

В становлении энграммы (следа памяти, сформированного в результате научения) существует несколько этапов, которые последовательно переходят друг в друга и различаются механизмами фиксации энграммы, степенью ее устойчивости и объемом одновременно сохраняемой инфор-

мации.

Сенсорная память **(иконическая, эхоическая)** имеет самый короткий период удержания информации в виде сенсорных следов, оставленных только что действовавшим стимулом. Любой стимул на уровне сенсорной клетки ведет к формированию рецептивного поля. Это и есть первичный след памяти в нервной системе. Далее информация обрабатывается на разных уровнях нервной системы, поэтому последействие занимает больше времени, чем само ощущение. Сенсорная память непроизвольна и играет важную роль в процессах восприятия, так как в течение этого времени происходит опознание образа.

Кратковременная память представляет собой следующий этап формирования энграммы. Во времени она ограничена (до 10 мин.) и функционирует на ранних этапах, подготавливая основу для длительного хранения следов. В системе кратковременной памяти поступившая информация удерживается для ее обработки и выбора наиболее значимой для организма в данный момент времени. Главным свойством кратковременной памяти является ее уязвимость к чрезвычайным воздействиям, вызывающим ее нарушение и развитие ретроградной амнезии. Физиологическая роль кратковременной памяти состоит в закреплении энграммы (следа) за счет избирательного повышения эффективности синаптической передачи и повышения возбуждения постсинаптических нейронов, задействованных данной информацией. Установлено, что объем кратковременной памяти человека измеряется 7±2 единицами, т.е. бессмысленные слова после однократного их применения воспроизводятся испытуемыми лишь в количестве 7±2.

Промежуточная память удерживает информацию более длительно, чем кратковременная (до 30 мин.). В системе промежуточной памяти осуществляется избирательное удержание информации на время, необходимое для выполнения текущей деятельности. Промежуточная память обладает большей емкостью, чем кратковременная.

Долговременная память представляет собой этап формирования энграммы, который переводит ее в устойчивое состояние. Процесс перехода информации из кратковременной в долговременную память называют *консолидацией.* Время и объем информации, сохраняемой в долговременной памяти, неограничен.

Механизмы памяти до конца не раскрыты, поэтому существуют множество теорий, объясняющих механизмы памяти. К теориям кратковременной памяти относятся: реверберационная теория, синаптическая (морфологическая) теория. Механизмы долговременной памяти объясняются морфологической, глиальной, медиаторной, молекулярной, иммунологической теориями.

Слово «память» происходит от греч. – mneme, а отсутствие или

нарушение памяти называется амнезией.

Внимание – это сосредоточенность деятельности субъекта в данный момент времени на каком-то реальном или идеальном объекте (предмете, событии, образе, рассуждении и т.д.).

Функции внимания: отбор значимых воздействий, которые соответствуют потребностям данной деятельности; игнорирование других несущественных конкурирующих воздействий; удерживание, сохранение выполняемой деятельности, пока не будет достигнута цель, т.е. регуляция и контроль деятельности.

К основным характеристикам внимания относятся: устойчивость, концентрация, объем, распределение и переключаемость.

Устойчивость внимания – длительность привлечения внимания к одному и тому же объекту или влиянию.

Концентрация внимания – способность сосредоточиться на главной деятельности, отвлекаясь от всего того, что находится в данный момент за пределами решаемой задачи.

Объем внимания – способность восприятия определенного количества объектов за короткий промежуток времени.

Распределение внимания – способность удерживать в поле внимания определенное количество разнородных объектов одновременно.

Переключаемость внимания – скорость перевода внимания с одного вида деятельности на другой или с одного объекта на другой.

Выделяют три вида внимания.

Непроизвольное внимание – переключение внимания на неожиданное изменение физических, временных и пространственных характеристик стимулов или на проявление значимых сигналов, не требует усилий, протекает автоматически (возникает помимо воли человека). Основу непроизвольного внимания составляет ориентировочный рефлекс. Его появление автоматически включает произвольное внимание, которое обеспечивает дальнейшую контролируемую переработку информации о раздражителе.

Произвольное (активное) внимание – направленность объекта на выбранную цель, контролируемый и осознаваемый процесс, обеспечивающий последовательную обработку информации (требует сознательного сосредоточения на определенной информации и приложения волевых усилий).

Постпроизвольное внимание – процесс освоения деятельности и увлеченности выполняемой работой. Оно не требует усилия воли, поскольку поддерживается повышенным интересом к текущей работе.

Процессы внимания являются многокомпонентными и вызывают изменения активности всего организма и различных мозговых структур.

Вегетативный компонент внимания выражается в том, что при появлении нового или необычного стимула наблюдается расширение зрачков, увеличение кожной проводимости, снижение частоты сердечных со-

кращений, изменение дыхания, расширение сосудов головы, сужение сосудов конечностей.

Двигательный компонент внимания включает в себя поворот головы и глаз по направлению к новому или изменившемуся стимулу, а также увеличение общего мышечного тонуса, что обеспечивает повышенную готовность организма к выполнению двигательных актов.

Сенсорный компонент внимания направлен на увеличение чувствительности сенсорных систем к восприятию новых стимулов.

Нейрофизиологический компонент внимания представлен изменением активности структур мозга. Эта форма активации направлена на интеграцию нейронов в функциональные системы, эффективно обеспечивающие деятельность организма в целом.

Ход занятия

1. Устно раскройте темы занятия:
    1. Память: определение, биологическое значение.
    2. Классификация видов памяти.
    3. Роль отдельных структур мозга в формировании нейрологической памяти.
    4. Теории памяти.
    5. Нарушения памяти.
    6. Внимание: понятие, виды, биологическое значение.
2. Просмотрите видеофильм «Память».
3. Выполните предложенные лабораторные работы.

Лабораторная работа 1
Выявление ведущего типа памяти

Цель работы: овладеть методикой определения ведущего типа памяти.
Оснащение: секундомер**,** таблицы с набором слов и словосочетаний.
Ход работы.

Слуховая память. Экспериментатор читает вслух слова. Слова произносятся с интервалом 5 секунд. Через 10 секунд после того, как экспериментатор прочтет все 20 слов, испытуемые по команде начинают записывать в протокол все запомнившиеся слова, слова можно записывать в протокол в любом порядке, как запомнились.

(Возможный перечень слов: краска, репа, книга, вилка, кошка, якорь, ложка, дело, кино, туча, солнце, танец, рука, чашка, гора, сосна, бритва, свеча, окно, трава).

Зрительная память. Экспериментатор раздает испытуемым карточ-

ки со словами так, чтобы текст не был виден. По команде испытуемые переворачивают карточки текстом вверх и читают слова в течение одной минуты. Затем по команде закрывают карточки, и через 10 секунд начинают записывать запомнившиеся слова.

(Возможный перечень слов: чашка, солдат, дом, стол, река, трава, сом, дерево, батарея, окно, яблоко, море, артист, гвоздь, машина, звезда, огонь, щетка, мяч, ботинок).

Смысловая память. Экспериментатор громко и отчетливо один раз зачитывает с интервалом по времени достаточным для того, чтобы испытуемый сделал нужные ему пометки, 20 понятий. Испытуемый сразу после предъявления очередного стимула делает в протоколе зарисовки и пометки (но не словесные), фиксируя, таким образом, те ассоциации, которые они у испытуемого вызывают. Через 30-60 минут испытуемый, используя свои пометки, записывает все 20 понятий. При воспроизведении понятий испытуемый пользуется своими пометками. При этом нужно точно воспроизвести понятия.

(Возможный перечень понятий: вкусный ужин; веселый праздник; печаль; дружба; сильное желание; радость; жара; совместная работа; утренняя зарядка; воскресный вечер; торжественная встреча; теплый прием; книжный магазин; футбольный матч; газетный обзор; любимый урок; центральная улица; родной очаг; заграничная поездка; холод).

Логическая память. Испытуемому предлагается 20 словосочетаний. По истечении 10-20 секунд испытуемым предъявляют только одно слово из ранее предъявленных словосочетаний. Испытуемые должны воспроизвести полное словосочетание.

(Возможный перечень словосочетаний: бравый солдат; известный артист; высокая сосна; полуденный зной; горная вершина; бумажный самолет; голубая лагуна; электронная почта; овощное рагу; пассажирский поезд; сильный ветер; мертвое море; звездное небо; толстая книга; зеленая трава; пионерский галстук; хороший друг; злая собака; снежная буря; пишущая машинка).

Вид памяти	Количество предъявленных слов (А)	Количество воспроизведенных слов (В)	Коэффициент памяти П=В/А
Слуховая	20		
Зрительная	20		
Смысловая	20		
Логическая	20		

Оформление опыта. Заполните таблицу**.** Сделайте вывод о том, какой тип памяти у вас преобладает.

Лабораторная работа 2

Определение объема кратковременной памяти

Цель работы: овладеть методикой определения объема слуховой и зрительной памяти.

Оснащение: секундомер, таблица с цифрами, таблица с геометрическими фигурами.

Ход работы.

Определение объема слуховой памяти. Для определения объема кратковременной слуховой памяти необходимо установить то максимальной количество знаков, которое человек может усвоить на слух с одного предъявления и точно воспроизвести.

Экспериментатор зачитывает 1-й ряд цифр. Студенты прослушивают этот ряд полностью, а затем записывают его в своей тетради. Далее экспериментатор диктует 2-й ряд. Студенты прослушивают и записывают его и т.д. После того как продиктованы все ряды цифр, экспериментатор вновь начинает диктовать эти же ряды цифр для проверки правильности воспроизведения рядов. Если 1-й, 2-й и 3-й ряды записаны верно и в правильной последовательности, а в 4-м ряду обнаружены ошибки (изменен порядок цифр, величина ряда, неверно записана цифра), то объем памяти будет равен количеству цифр в 3-м ряду, то есть пяти.

Таблица для определения объема слуховой кратковременной памяти

№ ряда	Количество чисел в ряду									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	8	5	3							
2	1	4	6	3						
3	3	9	1	4	8					
4	4	6	8	2	5	3				
5	3	5	1	6	4	8	2			
6	2	4	7	5	8	3	9	6		
7	5	8	6	7	4	1	3	9	8	
8	6	5	8	3	9	2	5	4	3	7

Определение объема зрительной памяти. Для определения объема кратковременной зрительной памяти необходимо установить то максимальной количество знаков, которое человек может усвоить с одного зрительного предъявления и точно воспроизвести.

Определение объема зрительной памяти при узнавании. Испытуемые должны запомнить фигуры, изображенные в таблице («9 геометрических фигур»). После этого им предлагается показать запомнившиеся фигуры на образце. На запоминание дается 1 мин.

Определение объема зрительной памяти при воспроизведении. Нарисовав квадрат, разделите его на 9 равных частей, как при игре в кре-

стики-нолики. Затем в течение 1мин. рассмотрите фигуры на рисунке. Закройте рисунок, и фигуры рисунка по памяти изобразите в подготовленном вами квадрате.

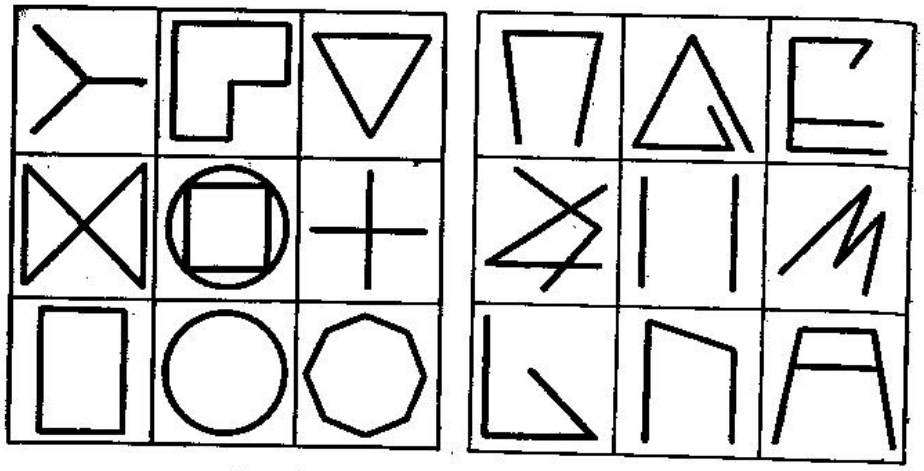


Рис.7. Фигуры для проверки памяти:
слева – на узнавание; справа – на воспроизведение

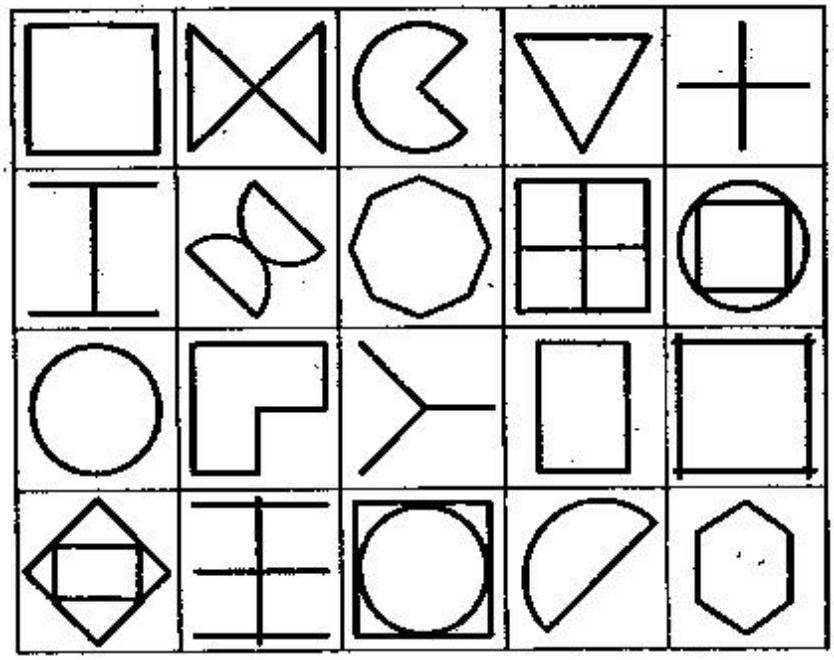


Рис.8. Таблица для проверки памяти на узнавание

Оформление опыта. Сделайте вывод об объеме вашей слуховой и зрительной памяти.

Рассчитайте объем зрительной памяти (при узнавании и воспроизведении) в процентах. Для этого, число фигур, которые вы правильно воспроизвели, надо разделить на число изображенных, на рисунке фигур и частное умножить на 100.

Лабораторная работа 3

Зависимость запоминания от установки

Цель работы: пронаблюдать зависимость запоминания от установки испытуемого.
Оснащение: листы бумаги с набором слов для запоминания.
Ход работы. Испытуемым зачитывают слова (серии А), которые надо записать по окончании чтения одно под другим, независимо от их порядка в ряду. При проверке экспериментатор медленно читает слова, испытуемые отмечают воспроизведенные верно.

Далее читают второй ряд (серия Б) и просят по окончании чтения молча написать, независимо от порядка в ряду, все оставшиеся в памяти слова, содержащиеся букву *«О»*. Но по окончании чтения экспериментатор просит, кроме слов, содержащих букву *«О»*, записать также все другие слова только что прочитанного ряда. Затем проводят проверку. Испытуемые подсчитывают, сколько слов с буквой *«О»* они запомнили в сериях А и Б. Затем высчитывают отношение числа запомнившихся слов с буквой *«О»* в серях А и Б. Дробь показывает, во сколько раз больше запомнилось слов при установке и без установки.

Серия А: мера, вода, чаша, гора, шуба, зола, душа, коза, пила, роса, мода, туча, нога, зима, рота, река.

Серия Б: нива, кожа, дача, соха, губа, ноша, рука, жаба, каша, сова, поза, суша, доза, луна, роза, лапа.

Оформление опыта. Сделать вывод о зависимости запоминания от установки.

Лабораторная работа 4
Определение переключаемости произвольного внимания

Цель работы: овладеть методикой обнаружения переключаемости внимания.
Оснащение: рисунки с двойственным изображением.
Ход работы. Студенты образуют пары испытуемый – экспериментатор. Испытуемым предъявляют рисунки с двойственным изображением. По секундомеру экспериментатор отмечает время восприятия и опознания испытуемым обоих образов. О степени переключаемости внимания судят по количеству секунд, затраченных на опознание обоих образов: чем быстрее человек обнаружит оба образа, тем больше у него выражена способность к переключению внимания.

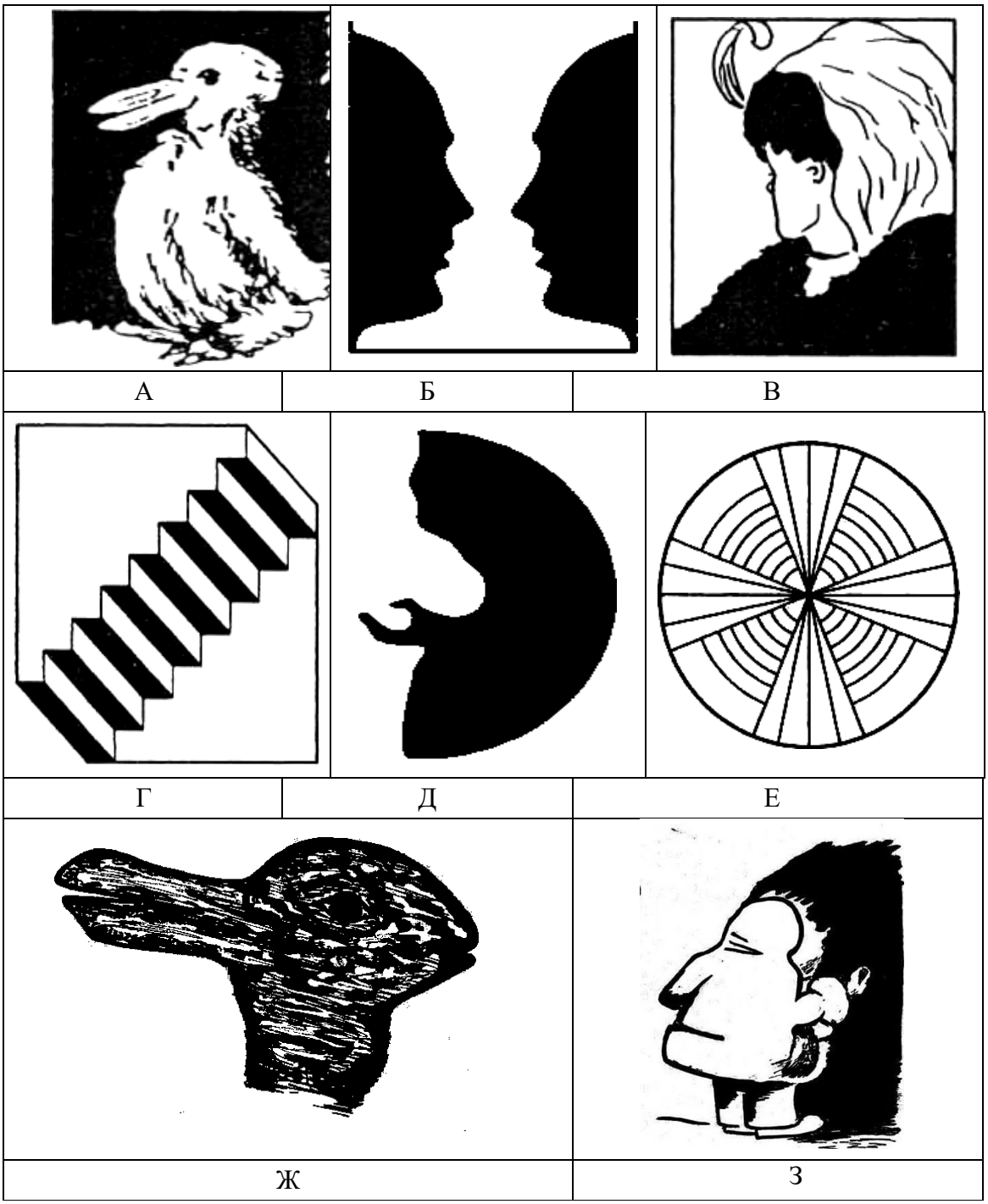


Рис. 6. Двойственные изображения: А) заяц – утка; Б) два профиля – ваза; В) молодая и старая женщины; Г) карниз – лестница; Д) профиль человека – нищенка; Е) крест из радиальных полосок и крест из концентрических дуг; Ж) кролик – утка; З) мужской профиль – эскимос

Оформление опыта. Оцените переключаемость своего внимания по предложенной методике.

Лабораторная работа 5
Определение величины колебания внимания

Цель работы: определить величину колебания своего внимания.
Оснащение: секундомер, рисунок усеченной пирамиды.
Ход работы. При внимательном рассматривании рисунка, на котором изображена проекция усеченной пирамиды, можно заметить, что вершина пирамиды то обращается к зрителю, то уходит от него вглубь. Это явление объясняется законом обратной (взаимной) индукции. Когда мы смотрим на маленький квадрат, восприятие большого квадрата ухудшается из-за внешнего торможения, и он кажется за плоскостью рисунка. Пирамида обращается усеченным концом к зрителю. Но если мы переключим взгляд на большой квадрат, он будет восприниматься как ближний, и пирамида окажется повернутой к зрителю основанием.

Для измерения величины колебания внимания испытуемый в течение 30 секунд смотрит на пирамиду. При каждом изменении изображения он делает в тетради штрих (не глядя!). Начало и конец опыта устанавливает экспериментатор, следящий за секундомером. По окончании опыта сосчитывается количество штрихов. Полученное число удваивается (определяется колебание внимания за 1 минуту).

Величину колебания можно уменьшить волевым усилием. Поставьте перед испытуемым цель – как можно дольше удержать каждое изображение. Измерьте величину колебания внимания в этом случае.

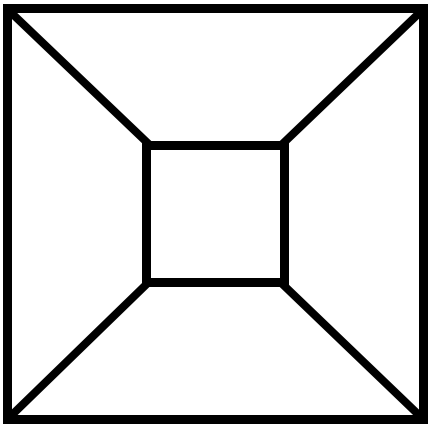


Рис.7. Рисунок проекции усеченной пирамиды для определения величины колебания внимания

Оценка характера устойчивости внимания

Частота исчезновения изображения в течение 1 минуты	Характеристика внимания
Не более 11	Очень устойчивое
12-20 раз	Средней устойчивости
Более 20 раз	Недостаточно устойчивое

Оформление опыта. Охарактеризуйте устойчивость своего внимания.

Лабораторная работа 6
Оценка устойчивости внимания

Цель работы: овладеть методикой оценки устойчивости внимания.
Оснащение: карта цифр.
Ход работы. Для выполнения работы используют карту цифр, где в разном порядке расположены написанные разными шрифтами цифры от 1 до 90. Испытуемые по команде экспериментатора, не пользуясь указкой или карандашом, а только с помощью глаз находят цифры по порядку. При этом отмечают время, потребовавшееся для обнаружения цифр от 1 до 90. По времени оценивают степень устойчивости произвольного внимания. При тренировке время выполнения данного задания уменьшается.

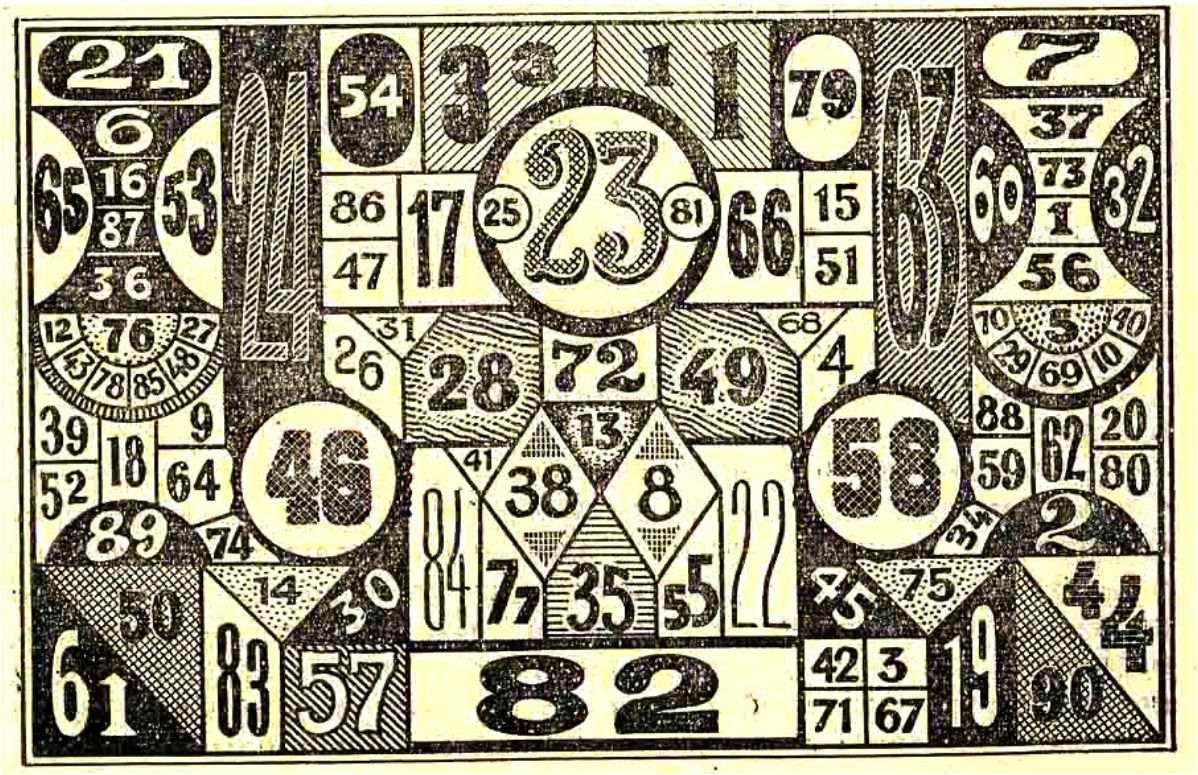


Рис. 8. Карта цифр для определения степени устойчивости внимания

Оценка результатов: менее 15 мин. – высокая степень устойчивости внимания; 15-22 мин. – хорошая устойчивость; 22-30 мин. – удовлетворительная устойчивость; более 30 мин. – низкая устойчивость.

Оформление опыта. Оцените устойчивость своего внимания по предложенной методике.

Тема 6. ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ СОСТОЯНИЯ. СОН

Теоретические сведения

Существует несколько определений понятия *«функциональное состояние мозга»*. Наиболее часто функциональное состояние (ФС) представляют как фоновую активность нервных центров, которая обеспечивает ту или иную конкретную деятельность человека. В широком смысле функциональные состояния характеризуют весь диапазон вариаций психической активности (процессов ощущений, восприятия, представлений, воображения, памяти, мышления, речи, мотиваций и эмоций) человека во сне и бодрствовании; эта активность регулируется определенными структурами мозга. Познание механизмов, формирующих и определяющих функциональные состояния человека и животных, а также диагностика этих состояний и их разумная коррекция – одна из задач психофизиологии. В узком смысле понятие «функциональное состояние» трактуется далеко не однозначно в зависимости от подходов.

Выделяют три подхода к определению «функциональное состояние мозга» – комплексный, эргономический и психофизиологический.

При комплексном подходе, который основан на возможности одновременной регистрации различных психофизиологических параметров человека и животных, функциональное состояние трактуется как интегральное проявление человеческой деятельности и поведения, которое является отражением взаимодействия организма с внешней средой. При такой трактовке функциональное состояние зависит от тех качеств и свойств организма человека, которые прямо или косвенно определяют его деятельность. Близкая к данному определению и трактовка функционального состояния как системный ответ организма на внешние воздействия среды, обеспечивающий адекватное поведение организма в этой среде, а изменение функционального состояния представляет собой смену одного комплекса взаимосвязанных реакций другим.

Таким образом, комплексный поход к трактовке понятия «функциональное состояние» пытается отразить состояние организма как целое.

Эргономический подход в трактовке понятия «функциональное состояние» позволяет более четко выделять варианты функционального состояния человека в период его бодрствования и нахождения в условиях производства.

С эргономической точки зрения функциональное состояние – это состояние организма человека, которое оценивается по результатам его трудовой и профессиональной деятельности. В эргономике принято выделять три класса функциональных состояний. Первый класс – это состояние адекватной мобилизации, когда все системы организма работают оптимально и соответствуют требованиям деятельности. В этот класс входит и такое понятие, как «оперативный покой», т.е. особое состояние готовности

к деятельности, при котором организм человека за короткий отрезок времени способен перейти в различные формы физиологической активности для выполнения конкретной деятельности. Состояние оперативного покоя сопровождается повышением активности (тонуса) нервных центров, в том числе имеющих отношение к выполнению трудовых действий и к регуляции вегетативного обеспечения этой деятельности. Второй класс функциональных состояний – это состояние динамического рассогласования, при котором различные системы организма не полностью обеспечивают его деятельность или работают на излишне высоком уровне траты энергетических ресурсов. По сути, речь идет об экстремальных состояниях (реактивные пограничные или патологические состояния). Третий класс функциональных состояний – это промежуточные состояния, в том числе производственное утомление, монотония, стресс, тепловое напряжение, водное истощение и другие.

Психофизиологический подход к определению понятия «функциональное состояние» опирается на представление о существовании модулирующей системы мозга. В ее состав входят структуры мозга, способные активировать или, наоборот, тормозить деятельность нейронов коры больших полушарий (ретикулярная формация ствола мозга, неспецифические ядра таламуса, базальный передний мозг, лобные области коры, хвостатое ядро, система диффузно локализованных модулирующих нейронов), а также лимбическая система мозга, ответственная за эмоциональные состояния человека. В целом состояние всех компонентов модулирующей системы мозга, имеющих три уровня реагирования (физиологический, поведенческий, психологический, или субъективный) и определяет текущее функциональное состояние. Таким образом, функциональное состояние – это отражение уровня активности всех компонентов модулирующей системы мозга и их взаимоотношений с высшими отделами мозга.

Сон – периодическое функциональное состояние человека и животных со специфическими проявлениями в вегетативной и моторной сферах, характеризующееся значительной обездвиженностью и отключенностью от сенсорных воздействий внешнего мира. Во время сна у человека наблюдается угнетение осознаваемой психической деятельности. У человека периоды сна и бодрствования приурочены к суточной смене дня и ночи.

Нормальный человек всегда находится в одной из двух состояний – либо он бодрствует, либо спит. В среднем, у взрослого здорового человека после 16-17 часов бодрствования наступает сон, а спустя 7-8 часов – бодрствование. Только так, тратя 1/3 часть жизни на сон, человек может жить долго, сохраняя до глубокой старости умственную и физическую работоспособность. Некоторые животные, например, медведь, для своего длительного существования вынуждены зимой погружаться в зимнюю спячку. Длительность бодрствования и сна, характер их чередования на временной

оси жизни – все это определяется механизмами мозга, которые по своему происхождению являются врожденными.

У человека и многих животных периоды естественного сна и бодрствования приурочены к суточной смене дня и ночи. Как правило, взрослый человек спит один раз в сутки, с 23-24 часов до 6-7 часов. Такой сон называется монофазным. Если же смена сна и бодрствования происходит несколько раз в сутки, сон называется полифазным (например, у детей первых трех лет жизни), в том числе дифазным (у детей в возрасте 3-7 лет). У ряда животных наблюдается также сезонный сон (спячка), обусловленный неблагоприятными для организма условиями среды: холод, засуха и т.д.

При нарушении механизмов сна и бодрствования может развиваться патологический сон. У одних людей это выражается появлением периодической спячки по типу сезонной спячки животных, у других сон затягивается на месяцы или годы (летаргический сон), у некоторых людей наблюдается нарколепсия, которая проявляется приступами дневной сонливости или нарушениями ночного сна, например, снохождением, или лунатизмом.

Существует также такое понятие, как искусственный сон, который вызывают у человека и животных введением в организм барбитуратов, транквилизаторов и других снотворных веществ (медикаментозный сон), эфира, хлороформа, закиси азота и других наркотических веществ (наркотический сон), воздействием слабого электрического тока на мозг (электронаркоз), либо с помощью словесного внушения и специальных пассов (гипноз, или гипнотический сон). Наличие искусственного сна показывает, что механизмы, ответственные за смену сна и бодрствования, а также обеспечивающие сонное состояние, с одной стороны, весьма чувствительны к химическим воздействиям извне, а с другой стороны – они могут управляться нашим сознанием.

В целом классификация предусматривает выделение таких видов сна, как:

- естественный, в том числе ежесуточный (монофазный или полифазный) и сезонный;
- патологический (инсомнии, гиперсомнии и парасомнии);
- искусственный (медикаментозный сон, наркоз, электронаркоз, гипноз).

Во время сна на ЭЭГ можно выделить альфа-, бета-, тета- и дельта-ритмы (частота колебаний составляет соответственно 8-13Гц, 14-30Гц, 4-7Гц и 0,5-3Гц, а амплитуда – 30-150мкВ, до 30мкВ, 100-150мкВ и 200мкВ). Кроме того, на ЭЭГ выявляется сигма-ритм (веретена сна), который представляет учащенный альфа-ритм (12-14Гц), и сверхмедленные колебания (их частота менее 0,5Гц).

Сон человека имеет правильную циклическую организацию. Электроэнцефалографический анализ ночного сна, который в среднем, у взрос-

лого человека длится 7-8 часов, позволяет выделять пять стадий сна. Первые четыре относят к медленной фазе сна (некоторые авторы первые две стадии называют фазой засыпания), а пятая стадия – к быстрой фазе сна. Медленную фазу сна принято называть медленным сном, медленноволновым сном, дельта-сном, ортодоксальным сном, а быструю фазу сна – быстрым сном, быстроволновым сном, бета-сном, парадоксальным сном, БДГ-сном (стадия быстрых движений глаз).

Парадоксальная стадия сна имеется у многих видов млекопитающих. Отмечено, что у животных доля парадоксального сна имеет тенденцию увеличиваться с увеличением степени развития коры. Однако парадоксальный сон у животных и человека протекает по-разному. Человек в парадоксальном сне неподвижен (двигаются только глаза). У животных двигаются усы, уши, хвост, подергиваются лапы, происходят мигательные и сосательные движения, а у собак слышны даже повизгивания.

Ночной сон обычно состоит из 4-6 циклов. Каждый цикл длится примерно 60-100 мин. Он начинается фазой медленного сна, которая спустя 50-70 мин. сменяется на 10-20 мин. фазой быстрого сна, после чего вновь наступает фаза медленного сна и т.д. В отличие от многих животных, человек не просыпается после каждого цикла сна. Продолжительность медленного сна составляет 75-80%, а быстрого – 15-25% от общей продолжительности ночного сна. У взрослого человека на долю медленного сна приходится 6,5 часов, а на фазу быстрого сна – 1,5 часа. У новорожденного – на долю быстрого сна приходится 50-80% от общей длительности сна.

Потребность во сне относится к важнейшим витальным потребностям организма и зависит от возраста. Так, общая продолжительность сна новорожденных составляет 20-23 часа в сутки, в возрасте от 6 месяцев до 1 года – около 18 ч, в возрасте от 2 до 4 лет – около 16 ч, в возрасте от 4 до 8 лет – 12 ч, в возрасте от 8 до 12 лет – 10 ч, в возрасте от 12 до 16 лет – 9 ч. По мере взросления изменяется соотношение фаз внутри цикла сна – сокращается быстрый сон и относительно возрастает медленный сон – к 14 годам цикл сна достигает 90 мин.

Взрослые спят в среднем 7-8 ч в сутки. Некоторые люди постоянно спят на 1-2 часа меньше. Искусственное лишение сна называется *депривация.*

Все люди каждую ночь во время быстрого сна и частично во время медленного сна видят сновидения – не менее 4-6 раз. Субъективно длительность сновидений соответствует объективной длительности периода быстрого сна. Таким образом, суммарное время сновидений составляет 60-100 мин. за ночь. Однако эти сновидения начинают достаточно быстро забываться, несмотря на продолжение длительного эпизода быстрого сна. Некоторые люди утверждают, что они вообще не видят сны. На самом деле они не всегда могут их вспомнить после пробуждения. Это зависит от мо-

мента пробуждения, интенсивности и эмоциональной насыщенности сновидений, их необычности, а также от индивидуальных особенностей процессов памяти. В ряде случаев быстрое забывание содержания сновидений является механизмом психологической защиты.

Цветные сновидения чаще видят люди с художественным типом ВНД, черно-белые – люди с мыслительным типом ВНД. Независимо от типа ВНД, цветные сновидения чаще испытывают люди, спящие на правом боку.

В сновидениях могут присутствовать реальные и необычные, фантастические картины. И.М.Сеченов назвал сновидения «небывалыми комбинациями бывалых впечатлений».

Известно много причин, вызывающих нарушения сна. Среди них – недостаточность мозгового кровообращения, различные мозговые травмы, развитие опухолей мозга, эндокринные, инфекционные, психические заболевания, а также многочисленные неврозы, вызываемые стрессом, нерациональной организацией жизнедеятельности и другими причинами.

Согласно классификации международной ассоциации центров по изучению сна (1979) имеется четыре основных варианта нарушений сна. *Диссомния* – нарушения засыпания и продолжительности сна. *Гиперсомния* – чрезмерная длительность сна. Нарушение цикла «сон-бодрствование», и различные другие нарушения.

Классификация известных невропатологов А.М.Вейна и К.Хехта предусматривает выделение трех основных вариантов нарушений сна: инсомния (нарушения ночного сна), гиперсомния (нарушения бодрствования – патологическая сонливость), парасомния (нарушения, связанные со сном).

Давно уже было замечено, что в отдельные моменты сна, например, при засыпании или при неглубоком сне можно проводить внушение (введение человеку мыслей без критики) или обучение. Это получило название гипнопедия, т.е. обучение во сне.

Термин гипноз (от гре. hipnos – сон) предложил английский хирург Джеймс Бред в 1843 году в книге «Нейрогипнология» для обозначения особого состояния человека, при котором он способен выполнять любые приказания врача. Бред рассматривал гипноз как разновидность сна, первым предложил методы гипноза и широко использовал их в хирургии.

Считают, что первые сведения о возможности перевода организма в состояние гипноза исходят от иезуитского монаха Кирхера, который в 1646 году посредством резкого переворачивания курицы на спину вызвал у нее оцепенелость мышц, приведшую животное в состояние полной обездвиженности. Так же может быть загипнотизирована и лягушка, если ее длительное время удерживать на спине, а затем осторожно отвести руку. Лягушка останется лежать в прежней позе. Здесь действует механизм запредельного торможения, развивающегося в результате сильного раздра-

жения.

По современным представлениям, гипноз по своей сущности резко отличается от состояния ночного сна. ***Гипноз*** – это специфическая разновидность бодрствования, т.е. это не сон и не промежуточное состояние между сном и бодрствованием. ***Гипноз*** – это особое состояние человека, вызываемое искусственно с помощью внушения и отличающееся избирательностью реагирования, повышенной восприимчивостью к психологическому воздействию гипнотизирующего и к понижению восприимчивости к другим влияниям.

По одной из современных классификаций, выделяется четыре стадии гипноза.

1. *Стадия гипноидности,* которая сопровождается легкой дремотой, мышечным и психическим расслаблением (релаксацией), миганием и закрыванием глаз, но при этом сохраняется способность к произвольным движениям. Иначе говоря, гипнотизируемый может сознательно управлять своими движениями.

2. *Стадия легкого транса*. Для нее характерна спонтанная и внушаемая каталепсия (восковая гибкость) конечностей, т.е. конечности могут длительное время находиться в необычном положении. На этой стадии происходит утрата возможности совершения произвольных движений.

3. *Стадия среднего транса*. При ней возникают амнезия и изменения личности; в этой стадии возможны простые гипнотические внушения.

4. *Стадия глубокого транса*. Именно в этой стадии возможен сомнамбулизм (снохождение) и развивается максимальная способность к внушению, так как сохраняется способность слышать врача, в то время как остальные виды информации – зрительная, тактильная – не доходят до сознания. Иначе говоря, именно эта стадия является собственно гипнозом, т.к. при ней нарушается работа ассоциативных зон коры левого полушария, за счет которых в обычном бодрствующем состоянии сознание осуществляет оценку реальности происходящего, в том числе, как говорил В.М.Бехтерев, оно совершает «критику» речи. Все сказанное позволяет заключить, что гипноз – это такое состояние сознания, при котором существенно нарушается деятельность ассоциативных зон коры (левого полушария), в результате чего человеку можно вводить любые мысли без критики, а на их основе вырабатывать комплекс условных рефлексов.

У животных возможно достижение при гипнозе только стадии гипнотического сна и кататонии. Считается, что кататоническое состояние, при котором возникает необычайно высокий и необычайно резко выраженный тонус мышц, является генетически запрограммированной реакцией, вызываемой воздействием на организм различных раздражителей, способных привести к гибели организма. То есть, кататония рассматривается как реакция на страх смерти. Ощущая невозможность спастись бегством от опасного для жизни раздражителя, например, при погоне хищника, живот-

ное переходит в состояние оцепенения, т.е. в состояние полной обездвиженности, имитируя смерть. Этим оно зачастую предотвращает нападение преследователя. В состояние каталонии можно перевести и человека под воздействием монотонных движений гипнотизера (пассы), его словесных приказов (раппорты). В состоянии каталонии мышцы человека настолько повышают свой тонус, что тело его может быть положено на две подставки – под голову и под пятки – и в таком положении удерживаться довольно длительное время, неся на себе дополнительную нагрузку в виде различного рода значительных тяжестей, налагаемых на грудь и живот гипнотизируемого. В состояние каталонии может перевести себя и сам человек, используя приемы специальной тренировки по системе йоги. Такой человек по достижении каталонии, согласно учению йоги, вступает в наиболее тесную связь с высшими космическими силами, черпая от них необходимую для жизни энергию.

Таким образом, состояние каталонии является общим состоянием для человека и животных. В данное состояние могут быть переведены представители различных видов животных, стоящих на разных ступенях эволюции – насекомые, ракообразные, рыбы, рептилии, амфибии, млекопитающие и приматы – то есть животные как обладающие корой полушарий головного мозга, так и целиком лишенные ее. В прямых опытах было показано, что крыс, предварительно лишенных коры головного мозга операционным путем, можно перевести в состояние каталонии значительно быстрее и легче, чем контрольных животных. С другой стороны, было показано, что при раздражении некоторых центров ретикулярной формации, обеспечивающей регуляцию тонуса мышц высших животных и человека, достигается более быстрое формирование каталонии. Отсюда можно сделать вывод о том, что кора головного мозга не играет главенствующей роли при формировании каталонии – своеобразной стадии гипнотического состояния.

Исходя из имеющихся экспериментальных данных, ряд авторов объясняет развитие каталонии прекращением восприятия мозгом проприоцептивной импульсации, что увеличивает приток к мышцам эфферентных сигналов.

Стадия сомнамбулии может быть достигнута только у человека. В этот период, находящийся под гипнозом человек отчетливо различает и оценивает словесные установки (раппорты) гипнотизера. Посредством раппортов можно навязать испытуемому любое действие, которое, однако, не должно восприниматься им как действие аморальное. Сроки выполнения навязанного раппортом действия могут быть отодвинуты во времени на месяцы и даже на годы, но многочисленные наблюдения над людьми в состоянии сомнамбулии показывают, что данные действия обязательно будут осуществлены. В состоянии сомнамбулии из недр памяти испытуемого может быть извлечена очень обширная и детальная информация о со-

бытиях далекого прошлого.

В состоянии сомнамбулии человек может по раппорту точно осуществляет реакции, характерные для давно прошедшего детства.

Ввиду того, что формирование поведенческих реакций гипнотизируемого возникает под влиянием словесных приказов гипнотизера, становится очевидным, что в формировании стадии сомнамбулизма решающую роль играют нейроны височной и лобной долей левого полушария головного мозга, входящие в состав центров Вернике и Брока как центров, обеспечивающих понимание смысла словесных сигналов и моторику членораздельной речи вообще.

По И.П.Павлову, обладающее смыслом слово является специфическим раздражителем второй сигнальной системы действительности, достигающей наибольшей степени выраженности только у человека. Слово, являясь абстракцией от реального раздражителя внешней среды, обладает способностью к построению абстракций все возрастающего порядка и, в то же время, способностью к формированию общностей. Каждый член словесной общности способен к самостоятельному вызову рефлекторной реакции условного порядка, которая была выработана на применение любого иного словесного члена общности. Например, выработав условный рефлекс на слово «воробей», мы получим ответ и на применение любого наименования птицы (голубь, цапля или страус) и на определение птицы вообще. Отсюда, вследствие создания общности, словесный раздражитель воздействует на кору головного мозга значительно сильнее, чем отдельный материальный фактор внешнего мира, создавая в коре очень большой по площади охвата доминантный очаг возбуждения, подчиняющий себе все очаги, все нервные центры, деятельность которых направлена на осуществление менее значимых поведенческих реакций. Достичь же подобного, необычайно резко выраженного уровня доминантности нервного центра от словесного раппорта помогает уже отмеченное ранее торможение путей обратной афферентации во время стадии кататонии.

Таким образом, ***гипноз*** – это видоизмененное психическое состояние, обусловленное снижением нервной импульсации на кору головного мозга от эффекторов тела (кататония) и формированием необычайно сильного доминантного состояния нервных центров коры головного мозга от словесных раппортов гипнотизера.

Известно, что способность войти в состояние гипноза зависит от индивидуальных особенностей гипнотизируемого. В стадию гипноидности входят около 100% людей, в стадию легкого и среднего транса – 60%, а в стадию глубокого транса или собственно в гипноз – лишь 20%. Полагают, что восприимчивость к гипнозу зависит от того, насколько индивидуум способен «включать в себя» внешний стимул, сделать его частью своего «я». Определенное значение в восприимчивости к гипнозу имеют взаимоотношения гипнотизера и гипнотизируемого («сумасшедшие вдвоем»).

Каждый «играет» ту роль, которую он выбрал для себя, и получает то, что хотел. При этом существенную роль играют личность, известность, социальный престиж и соответствующая внешность гипнотизера. Восприимчивость к гипнозу резко возрастает в больших группах, при этом усиливает гипнотическое воздействие «эффект толпы». Поэтому недопустимо использование гипнотического воздействия в лечебных целях на большие коллективы людей, каждый из которых может иметь различные психические и соматические заболевания.

Техника гипноза заключается, как правило, в следующем. С гипнотизируемым проводят подготовительную беседу, определяют уровень образования, культуры, социальный статус, проводят тесты, определяющие степень внушаемости пациента. После чего проводят собственно гипнотическое воздействие. Существуют различные варианты техники гипнотизирования, но всех их объединяет то, что гипнотическое состояние достигается при воздействии на зрительный анализатор (слуховой, тактильный), которое обязательно сочетается со словами гипнотизера. Таким образом, применяются монотонные раздражители, вызывающие быстрое утомление анализатора.

Гипноз применяют для лечения неврозов, висцеральной патологии, для избавления от пристрастия к табакокурению, алкоголю, наркотикам. Применение гипноза в лечебных целях может проводиться в разных направлениях. В последние десятилетия гипноз применяется для извлечения из памяти нужной информации, а также для обучения иностранному языку, рисованию, игре на некоторых музыкальных инструментах.

Ход занятия

1. Устно раскройте темы занятия:
    1. Понятие о функциональном состоянии.
    2. Понятия сон и бодрствование. Стадии сна.
    3. Основные теории сна.
    4. Стадия медленного сна и его особенности.
    5. Стадия быстрого сна и его особенности.
    6. Потребность в сне. Физиологическое значение сна.
    7. Сновидения.
    8. Виды сна и его нарушения.
    9. Гипноз: понятие, стадии.
    10. Восприимчивость к гипнозу и применение гипноза.
2. Выполните предложенную лабораторную работу.
3. Ответьте на вопросы для самоконтроля.

Лабораторная работа 1
Моделирование гипнотического состояния у земноводных

Цель работы: наблюдение животного гипноза как одного из видов внешнего (запредельного) торможения.
Оснащение: кафельная плитка, лягушка.
Ход работы. Лягушку грубо возьмите в руки и энергично переверните на спину, прижимая спинкой к столу или полу. Осторожно и постепенно ослабляйте давление руками, отведя их в сторону от животного. Наблюдается неподвижность животного в течение нескольких минут, при этом глаза животного могут следить за экспериментатором.

Посадите лягушку на стол и прижмите ее спиной к вертикально поставленной плитке. Когда лягушка оцепенеет, руку медленно отведите. Лягушка будет сидеть, облокотившись на плитку, как на спинку кресла, в неестественной позе. Если гипноз окажется достаточно глубоким, можно вытянуть переднюю лапку лягушки. Это положение также сохранится (конечно, если животное не проснется от прикосновения).

***Оформление опыта*:** В протокол запишите ход опыта и результаты наблюдения гипноза животных.

Вопросы для самоконтроля

1. Вы подходите к спящему человеку. Мышцы его полностью расслаблены, но дыхание учащенное и неритмичное, а глазные яблоки движутся под закрытыми веками. Спит ли он?
2. В каком возрасте находится человек, если 75% времени сна занимает быстрый сон?
3. Могут ли у слепого от рождения человека возникнуть зрительные образы во время сна?

Тема 7. ЭМОЦИИ. ПОТРЕБНОСТИ. МОТИВАЦИИ

Теоретические сведения

Эмоции – это реакции организма на действие внешних или внутренних раздражителей, сопровождаемые ярко выраженными переживаниями (от лат. emoveo, emovere – потрясать, волновать). В качестве внутренних раздражителей могут выступать патологические процессы (заболевания внутренних органов). Внешние раздражители – это неприятные или, напротив, приятные ситуации, болевые воздействия и т.д.

С физиологической точки зрения ***эмоция*** – это активное состояние системы специализированных структур мозга, которое побуждает организм изменить поведенческую реакцию в направлении минимизации или максимизации этого состояния.

Выделяют три вида эмоциональных явлений: аффекты, собственно эмоции и чувства.

Аффекты – это сильные кратковременные переживания, которые сопровождаются выраженными двигательными и вегетативными реакциями. Аффекты могут быть вызваны как биологически значимыми для человека факторами, так и социальными. Отличительной особенностью аффектов является то, что они возникают во время наличной ситуации.

Собственно эмоции – это длительно текущее состояние, не всегда сопровождающееся внешним проявлением. Они возникают на основе представлений о пережитых и воображаемых ситуациях и выражают оценочное, субъективное отношение к складывающейся или возможной ситуации. Вследствие этого собственно эмоции могут предвосхищать ситуации и события, которые еще не наступили.

Чувства – это эмоции, которые возникают на базе социальных и идеальных потребностей вследствие обобщения эмоций и связаны с субъективным представлением о предмете или явлении. Чувства выражают устойчивые эмоциональные отношения, сложившиеся у субъекта в процессе его деятельности. Чувства – это устойчивое эмоциональное состояние, сохраняющееся часами, днями и неделями. Часто его называют настроением.

Общепризнано деление эмоций на ***отрицательные эмоции,*** отражающие неудовольствие (неприятные чувства), и ***положительные эмоции,*** отражающие удовольствие (приятные чувства). Выделяют также нейтральные эмоции, отражающие безразличие (нейтральные чувства). Отрицательные эмоции ощущаются в формах недовольства собой и недовольства средой обитания, в форме обиды, гнева, страха. Положительные эмоции ощущаются в виде радости, довольства собой, блаженства. Положительные и отрицательные эмоции всегда характеризуются определенной

интенсивностью.

Эмоции также делят на ***стенические*** – повышающие умственную и физическую работоспособностью и ***астенические***, наличие которых снижает работоспособность. Стенические эмоции могут быть и положительными, и отрицательными; астенические, как правило, являются отрицательными. В реальной жизни эмоции встречаются в сложных сочетаниях, поэтому говорят о сложных, или смешанных эмоциях.

Исходя из представлений о трех видах потребностей и мотиваций, все эмоции подразделяют на низшие, или витальные (первичные), т.е. возникающие при наличии витальных потребностей, и высшие, или вторичные, включая социальные и идеальные эмоции. Эмоции, возникающие на основе социальных и творческих, духовных потребностей, называют чувствами. К ним относятся моральные чувства (патриотизм, дружба, преданность семье), интеллектуальные чувства (радость познания, огорчение от недопонимания, от неудачи при выполнении задачи) и эстетические чувства, порождаемые встречей с произведениями искусства, созерцанием природы, общением со всем красивым и прекрасным. Наряду с этим есть чувства, относящиеся к собственной самооценке: совесть, стыд, чувства вины и раскаяния.

Выделяют ***базисные (фундаментальные) эмоции*** (их всего десять) и ***производные от базисных***, число которых значительно больше десяти. Базисные эмоции (радость, интерес, удивление, горе, отвращение, гнев, презрение, страх, вина, стыд) ведут к различным внутренним переживаниям и различным внешним проявлениям. Они могут взаимодействовать друг с другом, ослабляя или усиливая одна другую, в результате чего формируются комплексы эмоций. Взаимодействуя, фундаментальные эмоции формируют довольно устойчивые комплексы, например тревожность, депрессию, любовь, враждебность.

Различают также ***адекватные (здоровые) и неадекватные (патологические) эмоции.*** Здоровые эмоции – это чувства, адекватные реальной ситуации, как по выражению, так и по содержанию. При ряде заболеваний (главным образом, психических) эмоции становятся неадекватными.

Состояние организма во время эмоций сопровождается значительными изменениями функций внутренних органов и систем организма, возможны двигательные реакции. Чаще всего эмоции проявляются в мимике, в появлении специфических жестов (пантомимике), в изменении мышечного тонуса, а также в скованности движений, треморе, хаотичности движения, в изменении голоса.

Кроме того, внешним проявление эмоций являются вегетативные компоненты. В частности при эмоциях изменяется ЧСС, величина артериального давления; тонус сосудов, а также перераспределяется кровоток в различных областях тела. Стеническая отрицательная эмоция обычно сопровождается возбуждением ЦНС, выбросом в кровь катехоламинов, ве-

дущих к активации (мобилизации) ряда систем организма (усилению деятельности сердечно-сосудистой системы, дыхания, повышению тонуса мышц, двигательной активности). Деятельность желудочно-кишечного тракта при этом, как правило, угнетается. Внешние проявления эмоций могут быть подавлены усилием воли, внутренние обычно не контролируются.

Эмоции присутствуют в составе любой деятельности человека. Они могут осуществлять как целостную оценочную функцию, сигнализируя о степени удовлетворения потребности, а так же поэтапную оценку и коррекцию деятельности.

Основными структурами, ответственными за проявления эмоциональных реакций, являются элементы лимбической системы, лобные и височные доли.

Выделяют пять основных функций эмоций.

Отражательно-оценочная функция эмоций выражается в обобщенной оценке событий и явлений.

Регулирующая функция эмоций состоит в том, чтобы побудить человека изменить свое поведение. В ходе деятельности у человека возникают потребности разного уровня. Их взаимодействие выражается в конкуренции мотивов. Оценка мотивов через эмоциональное переживание побуждает к выбору поведения, переключению от одних действий к другим. Наиболее ярко эта функция эмоций проявляется в экстремальных ситуациях, когда возникает борьба мотивов. Способность управлять своими эмоциями предстает в качестве физиологического механизма воли.

Подкрепляющая функция эмоций состоит в способности эмоции выступать в качестве безусловного подкрепления поведенческой реакции. Любой рефлекс формируется легче и быстрее, если он сопровождается эмоциональным переживанием. Интеграция мотивационного возбуждения с возбуждением от фактора, способного удовлетворить потребность, генерирует положительную эмоцию и обеспечивает выработку условного рефлекса. Подкрепляющим фактором может выступать и эмоциональное состояние другой особи, что является биологической основой способности человека к сопереживанию.

Компенсаторная функция эмоций состоит в их замещающей роли. При эмоциональном напряжении имеется избыточная мобилизация ресурсов организма, превышающая реальные нужды, что в ситуации неопределенности обеспечивает организм необходимой энергией. В ситуации с низкой вероятностью успеха даже небольшой успех порождает положительную эмоцию, что компенсирует недостаток неудовлетворенных потребностей. Эмоциональное напряжение вызывает переход к иным формам поведения, оценкам стимулов и реакций.

Коммуникативная функция эмоций состоит в передаче своих переживаний другим людям посредством мимики, жестов, изменения интонаций. Мимика человеческого лица тонко отражает различные оттенки

эмоционального состояния и является существенным инструментом невербального общения людей. По активности мышц улыбки можно прогнозировать появление положительных эмоций, а по активности мышц носогубного комплекса – отрицательных эмоций.

Все формы поведения человека и животных имеют определенный мотив, т.е. направлены на удовлетворение потребностей.

Потребность – это фундаментальное явление высшей нервной деятельности, которое представляет собой форму связи организма с внешним миром и источник его активности. Это та нужда, которую время от времени испытывает организм и которую он (за счет формирование мотивации, т.е. побуждения к действию) стремится устранить через поведение.

Представление о потребности как источнике активности живых организмов говорит о том, что внутренняя активность самого организма является одной из главных детерминант поведения. Наличие потребности предполагает и наличие предметов, способных ее удовлетворить. Для животных эти предметы представлены в готовом виде самой природой. Для человека предметы, удовлетворяющие его потребности, представляют собой прежде всего продукты его производственной деятельности и культуры.

Выделяют три группы исходных первичных потребностей: витальные (биологические), социальные и идеальные.

Биологические потребности направлены на сохранение целостности индивида и вида (потребность в еде, питье, во сне и т.д.). Биологические потребности возникают на основе сдвига гомеостаза, т.е. определенного отклонения констант внутренней среды организма (содержания в крови питательных веществ, газового состава крови, осмотического давления, температуры и т.д.) или концентрации соответствующих гормонов. Когда отклонения во внутренней среде достигают определенной пороговой величины, которые организм устраняет путем активного взаимодействия с окружающей средой и направленного поиска в ней веществ и средств для ликвидации возникшего отклонения, появляется биологическая потребность.

Социальные потребности реализуются через взаимодействие с другими особями. Они определяют развитие таких форм поведения, как половое, родительское, территориальное, формирование групповой иерархии, сопереживания (эмоционального резонанса).

Идеальные потребности создают условия для саморазвития индивида. К ним относятся потребность в получении новой информации, которая реализуется в ориентировочно-исследовательском поведении; потребность преодоления, основу которой составляет рефлекс свободы – сопротивление попыткам ограничить двигательную активность; потребность в компетентности – в совершенствовании двигательных навыков без специального подкрепления, что выражается в таких формах поведения, как иг-

ровое, имитационное. Удовлетворение этих потребностей не связано с текущей деятельностью, а направлено в будущее, а также не выводится из других потребностей организма.

Классификация потребностей человека чаще всего основывается на типе деятельности, которая приводит к удовлетворению данной потребности. У человека нет чисто биологических потребностей, их удовлетворение всегда опосредовано влиянием социальной среды.

Выделяют ***первичные потребности человека****:* физиологические потребности и потребности в безопасности. Удовлетворение физиологических потребностей обеспечивает первичные жизненные функции (голод, жажда, половое влечение и др.). Удовлетворение потребности в безопасности направлено на избавление от страха и внешней агрессии, на обеспечение безопасности и защищенности.

Социальные и идеальные потребности относят к ***вторичным потребностям***. Они возникают при общении и формируются независимо от физиологических. К ним относят потребность в уважении как необходимость быть признанным и востребованным в коллективе, обладать авторитетом, успехом, считаться компетентным и необходимым членом сообщества. Важной для человека является потребность принадлежать к определенной социальной группе и занимать в ней определенное место и положение в соответствии с субъективными представлениями об иерархии данной социальной группы. Важной социальной потребностью является и потребность человека следовать поведенческим, нравственным и эстетическим нормам, принятым в том обществе, к которому он принадлежит.

К идеальным потребностям человека относят также познавательные, эстетические потребности и потребности к самоактуализации. Познавательные потребности включают потребность в познании окружающего мира и своего места в нем, познании смысла и назначения своего существования. Их основу составляет потребность в новизне информации, которая обнаруживает себя в исследовательской деятельности, которая может побуждаться также недостатком информации и её неопределенностью. Познавательные потребности связаны с необходимостью понимания разных жизненных ситуаций, возникающих в бытовой и профессиональной деятельности, со стремлением обладать различными навыками и умениями, с выраженным желанием осуществлять исследовательскую деятельность в тех или иных жизненных ситуациях. Эстетические потребности человека определяют через его стремление к гармонии, порядку, красоте, достижению эстетического совершенства. Потребности в самоактуализации связаны с активным желанием человека развивать свои индивидуальные способности, добиваться реализации своих целей и интересов и тем самым способствовать формированию и развитию собственной личности.

Во всех группах потребностей различают потребности *сохранения и развития.* Различительным признаком является отношение потребности к

общественно-исторической норме их удовлетворения. Потребности сохранения удовлетворяются в пределах общественно-исторических норм, потребности развития превышают их.

Мотивация буквально означает «то, что вызывает движение». Мотивация всегда порождается потребностью.

Содержание термина «мотивация» разными авторами трактуется поразному в зависимости от того, какой аспект этого понятия автор считает основным. Если акцентируются на ощущениях, возникающих при появлении потребностей, то ***мотивацию*** определяют как «возникающие под влиянием первичных изменений во внутренней среде эмоционально окрашенные состояния организма, характеризующиеся избирательными активирующими влияниями специальных подкорковых аппаратов на кору головного мозга и другие его отделы и направляющие поведение организма на удовлетворение исходной потребности». Это определение в большей мере адресуется к удовлетворению физиологических потребностей.

Если мотивацию рассматривают с точки зрения инициации поведения, то ее определяют как физиологический механизм активирования хранящихся в памяти следов (энграмм) тех внешних объектов, которые способны удовлетворить имеющуюся у организма потребность, и тех действий, которые способны привести к ее удовлетворению. Мотивация в этом случае обусловливается наличием определенной цели и объясняет целенаправленный характер поведения во всем разнообразии его психофизиологических проявлений.

Таким образом, когда говорят о мотивации, выделяют две фазы: ***фазу формирования мотивационного состояния,*** включающую этапы обнаружения потребности и возникновения мотивационного возбуждения, и ***фазу запуска и реализации специализированного целенаправленного поведения,*** включающую этапы поиска объекта, способного удовлетворить возникшую потребность, взаимодействия с ним и получения информации об удовлетворении потребности. Первая фаза развития мотивации инициирует вторую.

Выделяют ***первичные (низшие) мотивации*** (инстинктивные, висцеральные). Действия организма по удовлетворению потребностей, характерные для таких мотиваций, определяются врожденной программой поведения. К ним относят голод, жажду, половое влечение, ярость, страх и др. Вторую группу мотиваций составляют ***вторичные (высшие) мотивации,*** которые приобретаются в течение индивидуальной жизни. Эти мотивации хотя и строятся на основе заданных генетически потребностей, в значительной мере опираются на накопленный индивидуальный опыт. Сюда могут быть отнесены все виды мотиваций, которые возникают по закону условно-рефлекторных ассоциаций (познание, творчество и др.). Каждая мотивация имеет в своей основе актуализацию определенной потребности.

Несмотря на различия видов мотиваций, которые отличаются как

своей направленностью, так и способами удовлетворения присущих им потребностей, они имеют и некоторые общие свойства.

Разные формы мотиваций реализуются посредством разных двигательных стереотипов. Однако во время всякой мотивации возрастает средний уровень двигательной активности, увеличивается двигательная реактивность в ответ на внешние раздражители. Активизация моторной системы наблюдается при голоде, ярости, страхе, любопытстве. Исключением является пассивный страх, когда животное замирает на месте.

Любая мотивация сопровождается повышением тонуса симпатической нервной системы, что выражается в изменении вегетативных реакций. Увеличивается частота сердцебиения, повышается артериальное давление, возникают сосудистые реакции, изменяется проводимость кожи.

При любой мотивации необходимо выявление биологически значимых стимулов в окружающей среде. Это возможно при снижении порогов восприятия и усилении ориентировочных реакций, что обеспечивается ростом активации афферентных систем.

При развитии любой мотивации отмечается увеличение поисковой активности. При этом ее характер приобретает целенаправленность. Необходимым звеном для реализации целенаправленного поискового поведения является извлечение из памяти образов предметов, способных удовлетворить возникшую потребность, и образов действий, посредством которых она может быть удовлетворена.

Для любой мотивации характерно изменение биоэлектрической активности мозга. Тип изменения ЭЭГ-активности отражает специфику мотивационного состояния. Непременным проявлением любой мотивации является возникновение субъективных переживаний. Субъективные переживания при разных мотивациях различаются, но все они имеют отрицательный эмоциональный тон. Исключение составляют мотивации, определяющие поведение любознательности и стремление к творческой активности. В этом случае субъективные переживания имеют положительный эмоциональный тон.

Мотивирующее возбуждение, которое реализуется в поведении, получило название ***доминирующей мотивации***. По своим свойствам она тождественна явлению доминанты А.А.Ухтомского. В каждый момент времени доминирует та мотивация, в основе которой лежит наиболее важная биологическая потребность. После завершения одного мотивированного поведения организмом завладевает следующая ведущая по биологической или социальной значимости мотивация. Ведущая мотивация подчиняет себе все другие. При формировании доминирующего поведения внутреннее состояние организма и внешние стимулы могут приходить в столкновение. То мотивационное возбуждение, которое станет доминирующим, в конечном счете, и определяет, какое поведение будет реализовано в данный момент.

Для формирования биологической мотивации необходимо наличие соответствующей метаболической потребности. Любая биологическая мотивация носит системный характер.

Возникшая потребность трансформируется нейрогуморальным путем в возбуждение гипоталамических центров, которые, в свою очередь, активируют другие структуры мозга, в том числе и кору больших полушарий мозга. Корковые и лимбические структуры мозга оказывают специфические для каждого вида мотиваций нисходящие (как возбуждающие, так и тормозные) влияния на первичные гипоталамические центры.

Каждое мотивационное возбуждение представляет собой специфическую клеточную и молекулярную интеграцию корково-подкорковых структур мозга.

Избирательное возбуждение одних структурных образований сочетается с избирательным торможение других. В этом проявляется принцип координированного торможения А.А.Ухтомского.

В формировании различных биологических мотиваций участвуют одни и те же медиаторы. Однако для разных мотиваций и в разных структурах мозга их комбинации различны.

Объединение различных структур мозга в функциональную систему, обеспечивающую реализацию определенной мотивации, имеет нейрохимическую основу. Биохимической основой формирования мотиваций различного биологического качества являются группы биологически активных веществ: нейромедиаторов, гормонов, нейрогормонов, нейропептидов.

Ход занятия

1. Устно раскройте темы занятия:
    1. Определение и классификация потребностей.
    2. Мотивация как фактор организации поведения. Общие свойства различных видов мотиваций.
    3. Механизм формирования мотиваций.
    4. Эмоции: понятие, классификация, функции.
    5. Морфофункциональный субстрат организации эмоций.
    6. Теории эмоций.
2. Просмотрите видеофильм «Мотивации и эмоции».

Тема 8. СОЗНАНИЕ. МЫШЛЕНИЕ

Теоретические сведения

Все основные психические процессы (ощущение, восприятие, мышление, речь) неразрывно связаны с сознанием. До настоящего времени нет общепринятого определения сознания, одного из самых загадочных проявлений деятельности мозга.

А.М.Иваницкий, один из ведущих специалистов в области психофизиологии сознания, отмечает, что термином *«сознание»* обозначают два понятия, которые различны по смыслу.

1. ***Сознание*** – это бодрствование с возможностью контакта с внешним миром и адекватной реакцией на происходящие события, т.е. то, что утрачивается во время сна и нарушается при некоторых болезнях. В этом же значении слово «сознание» иногда применяется и к животным.

2. ***Сознание*** – это высшее проявление психики, связанное с абстракцией, отделением себя от окружающей среды и с социальными контактами с другими людьми. В этом значении термин «сознание» применяется обычно только к человеку.

В наиболее общем смысле под сознанием понимают вербализацию ощущений, восприятий, понимание речи и способность говорить. Сознание характерно только для бодрствующего состояния.

Выделяют две функции сознания: чувство «Я» (самооценка, самосознание) и функцию коммуникации (осознание события, принятие суждения о событии).

В онтогенетическом аспекте можно утверждать, что новорожденный ребенок сознанием не обладает, так как у него еще нет знаний. Их он приобретает постепенно, в процессе воспитания, в том числе по мере развития речи, т.е. по мере приобщения к общечеловеческим знаниям в процессе воспитания. Первыми признаками появляющегося сознания, по мнению Дж. Экклса, является способность ребенка узнавать себя в зеркале – то есть способность выделять себя из окружающей среды. Дальнейший этап формирования сознания заключается в приобретении ребенком способности употреблять местоимение «Я». Так как речь возникает в результате общения ребенка со взрослыми, то можно утверждать, что в онтогенезе сознание базируется на коммуникации между людьми, развивается по мере приобретения индивидуального опыта и в результате овладения речью. У сознания имеется социальный аспект, который заключается в том, что сознание выступает в качестве способности к такой переработке знания, которая обеспечивает направленную передачу информации от одного лица к другому в виде абстрактных символов речи (языка) как главного средства

межличностной коммуникации.

Возникновение речи и связанного с ней человеческого сознания принципиально изменяет возможности человека. Кодирование мира внутренних переживаний абстрактными символами делает доступным этот мир с его мыслями и чувствами для других людей, создавая единое духовное пространство, открытое для общения и накопления знаний. Благодаря этому каждое новое поколение людей, в отличие от животных, живет не так, как предыдущие.

Таким образом, сознание как психический феномен, по сути, есть то, что принципиально отделило человека от животного мира и наделило его неограниченными возможностями к адаптации. Сознание является основой духовного мира индивида и человеческого общества в целом.

Виды сознания. О бодрствующем нормальном человеке обычно говорят, что он находится в сознании. Это означает, что его мозг выполняет все психические процессы, присущие в состоянии бодрствования. При травмах головного мозга, а также при ряде других состояний, связанных с резко выраженной недостаточностью снабжения головного мозга кислородом и (или) глюкозой возникает «потеря сознания» («человек находится без сознания»), которая называется комой, или коматозным состоянием. Кома – это состояние глубокого нарушения сознания. Кома характеризуется угнетением функций ЦНС, нарушением регуляции жизненно важных центров в головном мозге. У находящегося в коме человека полностью отсутствуют реакции на внешние раздражители, заторможены все рефлексы, отсутствует двигательная активность, нарушено функционирование внутренних органов. Степень выраженности нарушений зависит от глубины комы.

В норме ясность и широта сознания соответствует уровню бодрствования. При относительно низких уровнях бодрствования, например во сне, можно говорить лишь о частичном сознании, т.е. мозг не осознает в полном объеме все, что происходит вокруг человека или внутри него. Именно поэтому сон предлагается квалифицировать как измененное состояние сознания. Состояние сознания у человека, находящегося под гипнозом или при медитации, тоже рассматривают как особое состояние сознания.

В качестве самостоятельной характеристики выделяют содержание сознания. Оно также связано с уровнем бодрствования. Например, при пробуждении ото сна по мере возрастания уровня бодрствования содержание сознания становится все более насыщенным. В то же время при очень сильном эмоциональном напряжении, когда уровень бодрствования достигает наиболее высоких значений, содержание сознания начинает страдать, происходит его своеобразное «сужение». Наконец, существует словосочетание «ясное сознание», т.е. такое состояние, когда человек свободно реализует все функции сознания, а принятые им решения наиболее разумны. Очевидно, что этому соответствует оптимальный уровень возбудимости

коры (функционального состояния).

Физиологические подходы к пониманию сознания. Так как вербализация, т.е. перевод ощущений и восприятия в слова есть результат деятельности второй сигнальной системы, то механизм, лежащий в основе сознания, является итогом взаимодействия двух сигнальных систем – первой и второй. Многие физиологи считают, что для реализации сознания необходимо взаимодействие центров второй сигнальной системы, в частности центров речи, с центрами первой сигнальной системой. С этих позиций сознание в чистом виде является функцией левого полушария головного мозга. Предполагается, что входящая в мозг информация активирует ретикулярную формацию, неспецифические ядра таламуса, базальные ядра переднего мозга (хвостатое ядро), что вызывает локальную активацию проекционных зон коры. Если сигнал не несет важной для организма информации, то длительность активации не превышает 300 мс и осознание сигнала (его вербализация) не происходит. Семантически значимый сигнал вызывает более продолжительную активацию коры больших полушарий (с участием ядер таламуса), что приводит к его осознанию. Такое представление объясняет причину того, что огромное количество самой разнообразной информации, поступающей в наш мозг через различные рецепторы, не вызывает перегрузки сознания. Отсев ненужной, не представляющей ценности для организма информации происходит, как полагал П.К.Анохин, при афферентном синтезе. Этот синтез осуществляется на основе потребностей, мотиваций и бывшего опыта человека. Таким образом, сознание человека, в определенной степени, определяется доминантной потребностью и жизненным опытом человека.

Согласно представлениям А.М.Иваницкого, все проявления сознания, в том числе его «высшие» виды (мышление и речь) обусловлены деятельностью многих нейронов коры и подкорковых образований, объединенных в функциональный ансамбль с помощью специального механизма. В этом ансамбле имеется центральное скопление нейронов, куда приходит информация от других участников ансамбля. Здесь эта информация подвергается анализу, а затем (для осознания) она направляется в центры зрения и центры слуха, чтобы «увидеть» или «услышать» результат деятельности центрального скопления нейронов.

Познание окружающей действительности осуществляется не только на сознательном уровне, большая часть информации воспринимается бессознательно. Неосознаваемые процессы обработки информации, о влиянии которых субъект не отдает себе отчета, и принято относить к категории бессознательного. Наряду с сознанием бессознательное является неотъемлемой частью психической деятельности человека.

Таким образом, ***бессознательное*** представляет собой совокупность психических процессов, действий и состояний, не представленных в данный момент в сознании. Бессознательное способно оказывать заметное

влияние на поведение человека, его психику и содержание его сознания, проявляясь в формах аффекта, реакции защиты, гипнозе, сновидениях, непроизвольном запоминании и т.д.

Неосознаваемое психическое сообщает сознанию о результатах своей деятельности с помощью эмоций. Такая форма психического отражения, как эмоция, не относится к категории осознаваемых явлений. Для перевода эмоций на уровень сознания необходимы дополнительные операции, связанные с вербализацией соответствующего эмоционального состояния.

Механизмы бессознательного восприятия связаны преимущественно с функционированием правого полушария головного мозга, отражающего действительность в совокупности существенных для данного момента элементов среды и единичных, случайных признаков, не имеющих в данный момент смыслового значения, а поэтому и не воспринимающихся сознанием человека. Однако при постановке новых задач, требующих поиска и выбора новых необычных путей решения, эти элементы бессознательного могут быть осознаны человеком, т.е. перейти в сферу сознания.

По П.В.Симонову, выделяют три группы проявления бессознательного. Первую группу составляет ***досознательное.*** Оно охватывает все биологические потребности, выражающиеся в безусловных рефлексах и врожденных формах поведения (инстинктах), а также в генетически заданных свойствах темперамента.

Вторую группу бессознательного составляет ***подсознание.*** К подсознанию относится все то, что ранее уже было осознано и снова может стать осознанным при определенных условиях. Подсознание включает различные автоматизированные навыки, стереотипы автоматизированного поведения. К подсознанию относят и неосознаваемые побудители деятельности (мотивы, смысловые установки), глубоко усвоенные человеком нормы поведения, вытесненные из сознания мотивационные конфликты. К подсознанию П.В.Симонов относит и те проявления интуиции, которые не связаны с порождением новой информации, но предполагают использование ранее накопленного опыта. В процессе эволюции подсознание возникло как средство защиты сознания от лишней работы и непереносимых нагрузок. Оно предохраняет человека от излишних энергетических затрат, защищает от стресса.

Третью группу бессознательных явлений составляет ***сверхсознание,*** или интуиция, связанная с процессами творчества, которые не контролируются сознанием. Сверхсознание – источник новой информации, гипотез, открытий. Под сверхсознанием понимается высший этап творческого процесса. Его нейрофизиологическая основа – трансформация следов памяти и порождение из них новых комбинаций, создание новых временных связей и аналогий. За сознанием остается функция отбора гипотез на основе их логического анализа. Сверхсознание всегда направлено на удовлетворение

потребностей, доминирующих в иерархии мотивов субъекта. В отличие от подсознания деятельность сверхсознания не осознается ни при каких условиях. Сознание оценивает только результат деятельности сверхсознания.

Считается, что функциональная роль бессознательного для человека заключается в первичной фильтрации огромного количества входящих в мозг информации, благодаря чему оптимизируется деятельность второй сигнальной системы (центров речи, мышления).

Мышление – это процесс отражения существенных свойств и явлений объективного мира, их связей и отношений, направленный на активное познание человеком окружающей среды и решение возникающих перед ними задач.

В основе мышления лежит процесс образования элементарных или сложных ассоциаций. В филогенетическом аспекте выделяют элементарное, конкретное мышление и абстрактное мышление. ***Элементарное, конкретное мышление*** – это свойственная животным форма отражения внешнего мира, представляющая собой мышление в действии и проявляющаяся в целесообразном адекватном поведении, направленном на удовлетворение потребностей. Физиологическую основу элементарного, конкретного мышления составляет первая сигнальная система. ***Абстрактное мышление*** – это отвлеченно-понятийное мышление, свойственное только человеку. Оно развивается в связи со становлением речи и связанной с этим функцией отвлечения и обобщения. Центральным для абстрактного мышления является функциональное употребление слова или знака в качестве средства для расчленения и выделения признаков, их абстрагирования и нового синтеза, в результате чего образуется понятие и на его основе – обобщение.

В психологии и в логике (в науке о мышлении) выделяют формы мышления, мыслительные операции, виды и качество мышления.

Различают три формы мышления: понятие, суждение и умозаключение. ***Понятие*** представляет собой отражение общих и отличительных признаков предметов и явлений (человек, дом, трава). Понятия бывают конкретные, абстрактные, общие и единичные. ***Суждение*** – это отражение связей между предметами и явлениями, между свойствами и признаками. Суждения бывают утвердительными, отрицательными, истинными, ложными, единичными и всеобщими. ***Умозаключение*** представляет собой рассуждение, в котором истинность определенного суждения выводится из истинности других суждений. Рассуждение может вытекать из общих положений, т.е. от общего к частному – такой вид умозаключения называется дедукцией, и наоборот, обобщающее суждение можно получить на основе единичных суждений, т.е. методом индукции (от частного к общему).

В зависимости от содержания решаемой задачи выделяют четыре основных типа мышления.

Наглядно-действенное мышление основано на переборе действий,

связанных с целями решаемой задачи. Данный тип мышления используется в практической деятельности человека. Для такой стратегии мышления характерно отсутствие законченного плана действий, выполнение деятельности в пошаговом режиме, когда текущая цель определяется только критериями успешного окончания предыдущей. При этом образуется разрыв между конечной целью деятельности и ее результатом. Кроме того, в памяти человека должна храниться информация о действиях, проведение которых в данной ситуации может привести к достижению цели. Помимо перебора действий может использоваться перебор символов действий. В этом случае формируется догадка, когда внезапно после некоторой приостановки действий находится решение проблемы. Догадки – это приблизительные решения, возникающие при замене процесса перебора действий перебором символов действий.

Наглядно-образное мышление – это также способ практического мышления. Оно базируется на необходимости постоянной опоры на восприятие окружающей среды. Этот способ мышления очень важен при выборе стратегии поведения человека в новой обстановке. Образы незнакомых предметов при этом в большей степени отражают реальный мир, чем информация, хранящаяся в памяти.

Образное мышление связано с непосредственным манипулированием образами и представлениями. Этот способ представляет собой вариант теоретического мышления. Образы объединяются в структуры посредством процессов воображения, извлечения информации из памяти. В ходе мыслительной деятельности образные структуры могут преобразовываться, сравниваться друг с другом.

Понятийное мышление в своей основе имеет процессы обработки информации об отвлеченных понятиях, а также проведение логических умозаключений. Специфика понятийного мышления заключается в сложности построения длинных последовательностей причинно-следственных связей между понятиями. Формирование этих связей происходит путем выделения определенных атрибутов понятий. В каждой ситуации используются различные атрибуты одного и того же понятия.

Все типы мышления взаимно дополняют друг друга и могут использоваться одним и тем же человеком в разных ситуациях. Однако можно говорить о том, что в зависимости от индивидуального склада люди могут отдавать предпочтение определенному типу мыслительной деятельности для решения стоящих перед ними задач.

В зависимости от индивидуальных особенностей человека мышление характеризуется шестью качествами:

1) *самостоятельность* – демонстрирует умение увидеть новую проблему, поставить новый вопрос и самостоятельно решить задачу;

2) *глубина мышления* – отражает способность проникать в сущность явлений, процессов;

3) *широта мышления* – указывает на способность держать под своим контролем большое количество связей между предметами и явлениями;

4) *гибкость мышления* – демонстрирует умение изменить намеченный план действий, если он не удовлетворяет конкретным условиям;

5) *критичность мышления* – отражает способность правильно оценивать объективные условия и собственную деятельность;

6) *быстрота мышления* – характеризует способность быстро находить правильное решение.

В структуре мыслительных процессов выделяют набор логических операций и процедур, которые рассматриваются как базисные.

Сравнение представляет собой сопоставление групп параметров понятий в соответствии с заданными критериями. В результате сравнения выделяют степени различия и сходства понятий. На процессе сравнения основывается любая классификация объектов и понятий.

Анализ состоит в расчленении понятия об объекте для определения характеристик объекта и их взаимоотношений. Результатом процесса анализа является представление данных об объекте в более удобном для сравнения виде.

Синтез заключается в объединении частей объектов по их соотношению, т.е. в построении целого, не сводимого к простому перечислению исходных частей. Процесс синтеза определяется законами соотношения.

Абстрагирование подразумевает выделение особых параметров объектов. При этом могут быть получены ошибочные результаты за счет некорректности выделения параметров или за счет неверной оценки важности этих параметров.

Обобщение имеет под собой цель объединения в единый класс, группу объектов на основе других процедур мыслительной деятельности.

Конкретизация основана на фиксации ряда параметров понятия, при анализе их обобщенного описания.

Алгоритмы этих процедур могут перекрываться и использоваться одновременно и в различных последовательностях в зависимости от цели деятельности и особенностей субъекта.

Ход занятия

1. Устно раскройте темы занятия:
    1. Сознание: понятие.
    2. Виды сознания.
    3. Физиологические подходы к пониманию сознания.
    4. Понятие о бессознательном. Проявления бессознательного.
    5. Мышление: понятие, формы, качества.
    6. Основные типы мышления.
2. Выполните предложенные лабораторные работы.

3. Просмотрите видеофильм «Поведение (высшая нервная деятельность)».

Лабораторная работа 1
Изучение особенностей мышления

Цель работы: выявить особенности своего мышления.
Ход опыта.

Тест 1. Логически-понятийное мышление. Образование сложных аналогий. В «Образце» расположены 6 пар слов, каждой из которых присущи определенные отношения, например: *«Овца – стадо»* – часть и целое, *«Малина – ягода»* – определение, *«Море – океан»* – различаются в количественном отношении и т.д. В части «Материал» расположены пары слов, принцип связи которых студенты должны сопоставить с одним из образцов, например: *«Глава – роман»* аналогично *«Овца – стадо»* (указать номер аналогичного образца: «Глава – роман» – 1).

Образец	Материал	Ответ
1. Овца – стадо 2. Малина – ягода 3. Море – океан 4. Свет – темнота 5. Отравление – смерть 6. Враг – неприятель	1. Испуг – бегство 2. Физика – наука 3. Правильно – верно 4. Грядка – огород 5. Похвала – брань 6. Пара – два 7. Слово – фраза 8. Бодрость – вялость 9. Свобода – независимость 10. Месть – поджег 11. Десять – число 12. Праздность – безделье 13. Глава – роман 14. Покой – движение 15. Бережливость – скупость 16. Прохлада – мороз 17. Обман – недоверие 18. Пение – искусство 19. Капля – дождь 20. Радость – печаль	

Правильные ответы: Испуг – бегство (5). Физика – наука (2). Правильно – верно (6). Грядка – огород (1). Похвала – брань (4). Пара – два (6). Слово – фраза (1). Бодрость – вялость (4). Свобода – независимость (6). Месть – поджег (5). Десять – число (2). Праздность – безделье (6). Глава –

роман (1). Покой – движение (4). Бережливость – скупость (3). Прохлада – мороз (3). Обман – недоверие (5). Пение – искусство (2). Капля – дождь (1). Радость – печаль (4).

Анализ результатов

Количество ошибок	Баллы	Уровень развития понятийного мышления
0	5	Очень высокий уровень логически-понятийного мышления
1	4	Хороший уровень; выше, чем у большинства людей, умеет логически четко выражать свои мысли в понятиях
2	3+	Хорошая норма большинства людей, иногда бывает неточность в использовании понятий
3-4	3	Средняя норма, подчас допускаются ошибки, неточность в использовании понятий
5-6	3-	Низкая норма, часто «путанно», неточно выражает свои мысли и неверно понимает чужие сложные рассуждения
7 и более	2	Ниже среднего уровень понятийного мышления

Тест 2. Логичность умозаключений. Студентам предъявляются на слух задания. В каждом задании два связанных между собой категорических суждений и выводов (умозаключений). Некоторые умозаключения правильны, а другие заведомо неправильны. Требуется определить, какие выводы правильны, а какие ошибочны. Время обдумывания каждого задания – 12 секунд.

Материал:

1. Все металлы проводят электричество. Ртуть – металл. Следовательно, ртуть проводит электричество.
2. Все арабы смуглы. Ахмед смугл. Следовательно, Ахмед – араб.
3. Некоторые капиталистические страны – члены НАТО. Япония – капиталистическая страна. Следовательно, Япония – член НАТО.
4. Все Герои Советского Союза награждались орденом Ленина. Иванов награжден орденом Ленина. Следовательно, Иванов – Герой Советского Союза.
5. Лица, занимающиеся мошенничеством, привлекаются к уголовной ответственности. Петров мошенничеством не занимался. Следовательно, Петров не привлекался к уголовной ответственности.
6. Все студенты высшей школы изучают логику. Смирнов изучает логику. Следовательно, Смирнов – студент высшей школы.
7. Некоторые работники 2-го управления – юристы. Фомин – юрист.

Следовательно, Фомин – работник 2-го управления.

8. Все граждане России имеют право на труд. Иванов – гражданин России. Следовательно, Иванов имеет право на труд.

9. Все металлы куются. Золото – металл. Следовательно, золото куется.

10. Когда идет дождь, крыши домов мокрые. Крыши домов мокрые. Следовательно, идет дождь.

11. Все коммунисты выступают против войны. Джонс выступает против войны. Следовательно, Джонс – коммунист.

12. Все коренные жители Конго – негры. Мухамед – негр. Следовательно, Мухамед – житель Конго.

13. Все студенты 3-го курса выполнили нормы ГТО второй ступени. Володя выполнил норму ГТО второй ступени. Следовательно, Володя – студент 3-го курса.

14. Некоторые капиталистические страны входят в состав Общего рынка. Австрия – капиталистическая страна. Следовательно, Австрия входит в состав Общего рынка.

Правильные ответы. Номера умозаключений, которые следует признать верными: 1, 8, 9. Все остальные умозаключения следует признать ошибочными, неверными. Если у испытуемого умозаключения оценены иначе, это оценивается как ошибки.

Анализ результатов

Количество ошибок	Баллы	Уровень логичности
0	5	Очень высокий уровень логичности в рассуждениях
1	4	Хороший уровень логичности
2-3	3	Средняя норма логичности
4-7	2	Низкая логичность

Тест 3. Обобщение. Студентам необходимо прочитать слова каждого ряда, определить «лишнее» слово и сказать, что объединяет оставшиеся слова.

Задачи:

1 Собака, корова, овца, лось, кошка.

Собака, корова, овца, лось, лошадь.

2. Футбол, хоккей, ручной мяч, баскетбол, водное поло.

Футбол, хоккей, ручной мяч, баскетбол, бадминтон.

3. Енисей, Обь, Печора, Лена, Индигирка.

Енисей, Обь, Печора, Лена, Дон.

Правильные ответы.

1. В первом случае лишнее слово – «лось», остальные слова обозначают домашних животных; во втором случае – «собака», остальные слова обозначают копытных животных.

2. В первом случае лишнее слово – «баскетбол», так как во всех других играх имеется вратарь, во втором случае – «бадминтон», так как в остальных играх играют команды, а в бадминтоне игра идет один против одного.

3. В первом случае лишнее слово – «Печора», так как остальные географические объекты находятся в Азии, во втором случае «Дон», так как остальные реки текут на север.

Ответьте на вопросы: Какие мыслительные операции потребовались при решении задач, чтобы прийти к правильным обобщениям? Чем отличался процесс обобщения первого и второго ряда слов в каждой задаче?

Оформление опыта. Сделать выводы по опыту.

Лабораторная работа 2
Влияние цели на результат деятельности

Цель работы: выявить зависимость результата деятельности от постановки цели.

Оснащение: таблица «буква-цифра».

Ход работы. Экспериментатор делит всех студентов на 2 группы и объясняет, что им в течение короткого времени (1-2 с) будет показана таблица. Цель студентов 1-й группы – запомнить знаки (фигуры), расположенные в таблице по горизонтали. Цель студентов 2-й группы запомнить знаки, расположенные в этой таблице по вертикали.

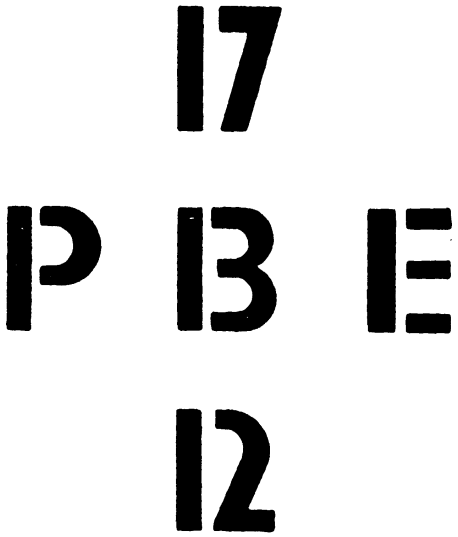


Рис. 9. Буква-цифра

После демонстрации проводят опрос студентов разных групп. Оказывается, что в зависимости от поставленной цели один и тот же центральный знак в таблице был воспринят по-разному.

Экспериментатор еще раз демонстрирует таблицу, чтобы каждый студент мог рассмотреть ее подробно, и поясняет результаты эксперимента.

Результаты опыта

Группа студентов	Цель действия	Результаты действия
1 группа	Читать по горизонтали	
2 группа	Читать по вертикали	

Оформление опыта. Сделать выводы по опыту.

Тема 9. РЕЧЬ

Теоретические сведения

Речь – это основная форма сознания людей, которая представляет собой исторически сложившийся способ общения людей с помощью звуковых и зрительных знаков, т.е. посредством языка. ***Речь*** — это психофизиологическая функция человека, обеспечивающая возможность общения посредством звуков, знаков и символов.

Человек отличается от животного наличием речи, т.е. способности выражать свое внутреннее состояние с помощью слова или совокупности слов.

Животное воспринимает окружающий мир в результате воздействия на него материальных факторов (раздражителей). На основе этих воздействий у животного формируются безусловные или условные рефлексы. Совокупность этих конкретных сигналов внешнего мира И.П.Павлов предложил называть первой сигнальной системой действительности. Систему нейронов мозга, воспринимающих эти сигналы и формирующих ответные реакции на них, он рассматривал в качестве материальной основы первой сигнальной системы. Первая сигнальная система – это совокупность нейронов коры больших полушарий, принимающих участие в обработке всех конкретных сенсорных сигналов внешней и внутренней среды.

Человек воспринимает внешний мир так же, как и животные – на основе деятельности первой сигнальной системы. Но, помимо этого, человек воспринимает его и на основе деятельности второй сигнальной системы действительности, специфическим раздражителем которой является слово с заложенным в него смыслом, слово, которое обозначает предметы и явления окружающего мира. Под второй сигнальной системой действитель-

ности И.П.Павлов понимал совокупность словесных раздражителей, а также нервные процессы, возникающие в больших полушариях головного мозга в результате сигнализации окружающего мира речевыми обозначениями предметов и явлений природы, раздражающими органы чувств (анализ и синтез слов, обладающих смыслом). Вторая сигнальная система – это совокупность нейронов, участвующих в восприятии слова как сигнала сигналов, т.е. как сигнала второй сигнальной системы.

Для животного слово представляет собой набор звуковых волн и является раздражителем первой сигнальной системы, на который можно выработать условный рефлекс. Однако слово для животного не несет смысловой нагрузки. Например, если выработать условный слюноотделительный рефлекс у собаки и человека на звонок и должным образом закрепить его, а затем звучание звонка заменить словом «звонок», то у человека слюноотделение произойдет, а у собаки нет. Для человека звучание звонка (конкретный раздражитель) и слово «звонок» (обозначение конкретного раздражителя или абстракция от реального раздражителя) одинаковы в качестве условных раздражителей. Для собаки слово «звонок» – набор звуковых волн.

У человека слова приобретают смысл в результате возникновения прочной связи в коре больших полушарий между центрами возбуждения, возникающими под воздействием конкретных сигналов окружающего мира, и центрами возбуждения, возникающими на слова, обозначающие конкретные раздражители. Таким образом, слова приобретают смысл на основе механизма установления условно-рефлекторных связей в коре больших полушарий головного мозга. В результате образования таких связей слова могут заменить конкретные раздражители окружающей среды, становясь их символами. Иначе говоря, слово, обладающее смыслом, является абстракцией конкретного раздражителя, его символом, заменителем. И на этот заменитель можно вырабатывать бесконечное количество условных рефлексов.

У каждого участника речевого общения механизм речи обязательно включает три основных звена: восприятие речи, ее продуцирование и центральное звено, именуемое «внутренней речью». Таким образом, речь является многозвенным психофизиологическим процессом. Этот процесс основан на работе различных анализаторов (слухового, зрительного, тактильного и двигательного), с помощью которых происходит опознание и порождение речевых сигналов. Выполнение различных актов речевой деятельности связано с определенными структурами высших отделов мозга человека. Эти структуры, названные ***центрами речи,*** были выявлены в клинических наблюдениях и обозначены по имени описавших их исследователей. Так, ***двигательный центр речи Брока,*** поражение которого вызывает расстройство движений, осуществляющих устную речь, находится у основания нижней фронтальной извилины. ***Слуховой центр речи Вер-***

нике, при повреждении которого теряется способность понимать смысл услышанных слов, занимает заднюю треть верхней височной извилины. ***Оптический центр речи****,* патология которого лишает человека возможности узнавать написанное, расположен в ангулярной извилине. ***Моторный центр письменной речи*** расположен в зоне третьей лобной извилины, рядом с моторным центром мышц кисти правой руки.

Различают два основных вида речи: внешнюю и внутреннюю речь. Внешняя речь бывает устной и письменной. Устная речь является средством непосредственного прямого общения, а письменная речь позволяет накапливать знания и является средством опосредованного общения во времени и в пространстве. Внутренняя речь (речь для себя, молчаливое обдумывание) не предназначена для сообщения.

Выделяют три функции речи: коммуникативную, регулирующую и программирующую.

Коммуникативная функция речи предполагает воздействие одного организма на другой, при котором происходит установление контакта между ними, приводящее к изменению поведения одного из участников коммуникации либо к неизменности поведений при возможности изменения ситуации. Коммуникация на основе речи осуществляется на базе специфических систем связи. Выделяют несколько функций речевой коммуникативной системы: информационную, императивную и запрещающую. Информационная функция коммуникации – это передача информации о состоянии самого источника сообщения. Императивная функция – это передача сигналов, позволяющих координировать действия участников коммуникации. Запрещающая функция коммуникации направлена на передачу сигналов, которые поддерживают неизменным поведение участников коммуникации.

При общении в ходе передачи речевого сообщения человек указывает на предмет и высказывает свое суждение о нем. Императивная и запрещающая функции речевой коммуникации определяют процесс влияния (побуждения) другого индивида к изменению поведения. Побудительная сила речи зависит от ее эмоциональной выразительности.

Регулирующая функция речи реализуется в осознанных формах психической деятельности. Отличительной ее чертой является произвольная направленность. Речь формирует произвольное, волевое поведение человека. Сначала с помощью речи человек обучается регулировать поведение другого индивида, затем эти же приемы он использует для регуляции собственного поведения. В результате преобразования внешней речи во внутреннюю последняя становится тем механизмом, посредством которого человек овладевает собственными произвольными действиями.

Программирующая функция речи состоит в построении смысловых схем речевого высказывания, грамматических структур предложений. При этом происходит переход от замысла речевого высказывания к внешней

развернутой речевой реакции. В основе этого процесса лежат механизмы программирования речевого высказывания, которые реализуются с помощью внутренней речи. Эти механизмы сходны с теми, что используются и при организации двигательных актов.

Речевая деятельность – это не только восприятие речевых сигналов и произнесение слов. Полноценное речевое общение предполагает понимание речи для установления смысла сообщения.

Среди когнитивных процессов речь занимает особое положение, поскольку, включаясь в разнообразные познавательные акты (мышление, восприятие, ощущение), она способствует вербализации информации, получаемой человеком.

После открытия в левом полушарии моторного центра (Брока) и сенсорного центра речи (центр Вернике) это полушарие стали рассматривать доминирующим в отношении речевой функции и мышления. Под влиянием наблюдений за больными людьми с перерезкой спаек (комиссур) переднего мозга («расщепленный мозг») стала складываться концепция о частичном доминировании полушарий мозга человека. Согласно этой концепции, левое полушарие специализируется на вербально-символических функциях, правое – пространственно-синтетических.

Существует пять основных различий полушарного доминирования у человека: вербально-невербальное, время-пространство, анализ-синтез, последовательное-одновременное восприятие, абстрактное и конкретное узнавание.

Межполушарные различия

Левое полушарие	**Правое полушарие**
Роль межполушарной асимметрии в организации речи	
• Обнаружение артикуляционных звуков речи • Опознание артикуляционных звуков речи • Восприятие звуков речи • Генерация звуков речи • Обеспечение высокого уровня речевой активности	• Опознание интонаций • Опознание шумов • Опознание музыкальных мелодий • Выделение речевого сигнала из шума • Опознание по голосу • Модуляция частоты голоса • Понимание устной речи • Понимание написанных слов
Роль межполушарной асимметрии в организации мыслительных процессов	

• Понятийное мышление • Вербальные стимулы • Анализ • Логика • Речь	• Образное мышление • Невербальные стимулы • Синтез • Интуиция • Пространственная ориентация
Межполушарная асимметрия и сознание	
Сознательное (коммуникация, осознание события, принятие суждения о событии)	Бессознательное (самооценка, самосознание, чувство «я»)
Межполушарная асимметрия и восприятие	
Восприятие деталей (цвет, штрихи, мельчайшие подробности)	Восприятие целиком (форма, объем)

Выделяют несколько видов функциональных асимметрий. Неодинаковость двигательной активности рук, ног, лица, половин тела, управляемой полушарием мозга, называется *моторной асимметрией.* Неравнозначность восприятия каждым из полушарий объектов, расположенных слева и справа от средней плоскости тела, именуется *сенсорной асимметрией.* Специализация полушарий мозга в отношении различных форм психической деятельности обозначается как *психическая асимметрия.*

Так, человек с превалированием левополушарных функций тяготеет к теории, имеет большой словарный запас и активно им пользуется, ему присуще двигательная активность, целеустремленность, способность прогнозировать события. Правополушарный человек тяготеет к конкретным видам деятельности, он медлителен и неразговорчив, наделен способностью тонко чувствовать и переживать, он склонен к созерцательности и воспоминаниям.

И.П.Павлов выделял два типа высшей нервной деятельности человека, которые сейчас могут рассматриваться с позиции межполушарной асимметрии: *мыслительный тип* с преобладанием второй (речевой) сигнальной системы – преимущественно левополушарный и *художественный тип* с преобладанием первой сигнальной системы конкретных образов – преимущественно правополушарный человек.

Правое полушарие ответственно за творчество и управляет левой стороной тела, а левое полушарие, ответственное за логику, причинные связи и речь, управляет правой стороной тела. Именно поэтому среди гениев столь большое количество левшей, как, например, Леонардо да Винчи и Пабло Пикассо, Микеланджело и Рафаэль, Александр Македонский и Наполеон Бонапарт, Моцарт и Бетховен, Чарли Чаплин и Грета Гарбо, Сильвестр Сталлоне и Джулия Робертс.

Известный французский композитор Морис Равель в возрасте 57 лет

попал в аварию и получил травму левого полушария мозга. После травмы композитор по-прежнему мог слушать музыку, посещать концерты, критиковать или наслаждаться услышанной музыкой. Но больше так никогда и не смог записывать то, что звучало в его голове. Равель страдал *афазией Вернике,* был не в состоянии играть на фортепиано, правильно петь, записывать музыку или читать нотную запись.

В 1861 году знаменитый французский патологоанатом Поль Брока обнаружил, что повреждение заднелобной доли левого полушария головного мозга у человека сопровождается расстройством речи. Он заявил, что мы говорим левым мозгом. Этот участок коры, прилегающий к двигательной зоне и управляющий мышцами лица, языка, челюстей и глотки, получил название зоны Брока. Состояние, при котором человек теряет способность говорить, но при этом нормально читает, пишет, понимает то, что ему говорят, называют *афазией Брока.*

Открытия П.Брока положили начало многочисленным исследованиям. В 1981 году американскому неврологу Р.У.Сперри была присуждена Нобелевская премия по физиологии и медицине «за открытия, касающиеся функциональной специализации полушарий мозга». Разделение познавательных функций каждого из полушарий получило название ***функциональной асимметрии.***

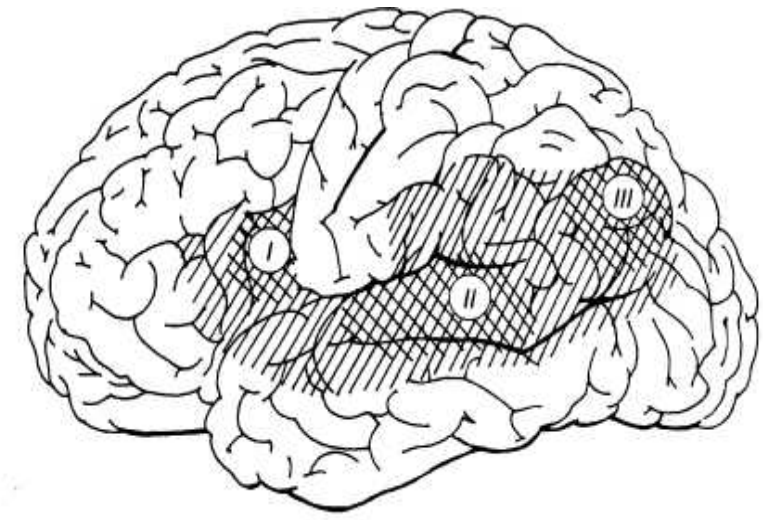


Рис. 10. Топографическое расположение моторного (зона Брока, I), слухового (зона Вернике, II) и зрительного (III) центров речи левого полушария мозга

В последнее время получает признание концепция о взаимодополняющем сотрудничестве двух полушарий и преимуществе отдельного полушария лишь в определенные стадии той или иной нервно-психической

деятельности, а не всей функции в целом. Правое полушарие быстрее, чем левое, обрабатывает поступающую информацию, зрительно-пространственный анализ стимулов в полушарии передается в левое полушарие (в моторный «центр речи»), где происходит окончательный, высший семантический анализ и осознание раздражения.

Согласно концепции В.Л.Бианки в процессе обучения правое полушарие работает по принципу дедукции, т.е. сначала осуществляет синтез, а затем анализ; левое же полушарие функционирует по принципу индукции, сначала анализирует раздражители, а затем синтезирует их.

Ход занятия

1. Устно раскройте темы занятия:
    1. Речь как система сигналов и ее функции.
    2. Слово как сигнал сигналов.
    3. Центральные и периферические системы обеспечения речи.
    4. Развитие речи у детей.
    5. Речь и межполушарная асимметрия.
2. Выполните предложенные лабораторные работы.

Лабораторная работа 1
Выявление соотношения сигнальных систем

Цель работы: экспериментальным путем выявить соотношение сигнальных систем действительности у испытуемых по методике Е.А.Климова.

Оснащение: набор цветных кружков и кружков со словесными сигналами, означающими цвета.

Ход работы.

Испытуемым одновременно предъявляют 9 различных пар кружков одинакового размера со словесным обозначением цвета. Испытуемым предлагают запомнить предъявленные пары раздражителей. Время экспозиции – 30 секунд. После предъявления кружков со словесными обозначениями испытуемые должны записать то, что запомнили.

Испытуемым одновременно предъявляют 9 пар кружков одинакового размера, но разного цвета (синего, красного, черного и т.д.) Испытуемым предлагают запомнить предъявленные пары раздражителей. Время экспозиции – 30 секунд. После предъявления цветных кружков они должны расположить их в предъявленном сочетании и записать.

Подсчитайте количество правильно воспроизведенных словесных и цветовых сочетаний (пар) раздражителей.

Рассчитайте показатель соотношения сигнальных систем действительности (ПС). Показателем служит отношение величин запомнившихся цветовых и словесных пар.

$$ПС = \frac{ЦР}{СР};$$

где ПС – показатель соотношения сигнальных систем;
ЦР – количество пар цветных кружков;
СР – количество пар кружков со словесным обозначением цвета.

Интерпретация:
преобладание 1-й сигнальной системы имеется в случае, если ПС > 1,05;
преобладание 2-й сигнальной системы имеется в случае, если ПС < 0,95;
смешанный тип, если 0,96 < ПС < 1,04.

Оформление опыта. Результаты опыта внести в протокол и сделать выводы.

Лабораторная работа 2
Определение индивидуального профиля асимметрии мозга

Цель работы: овладеть методикой определения индивидуального профиля асимметрии.
Ход работы. У человека чаще всего нет явного подавляющего доминирования одного из полушарий. Это выявляется при увеличении количество применяемых тестов и носит название *индивидуального профиля асимметрии.* Предлагаемые методы тестирования индивидуального профиля асимметрии не требует специального оснащения. Тесты характеризуют либо двигательную сферу (асимметрия рук, ног), либо сенсорную (зрение, слух и т.д.). Все параметры измеряются в единой шкале:

Левый признак – -1 балл;
Нечетко выраженный левый – -0,5 балла;
Не определенный – 0 баллов;
Нечетко выраженный правый – +0,5 балла;
Правый признак – +1 балл.

I. Двигательная (моторная) асимметрия (ДА)

Задание 1. Асимметрия рук (АР)

а) *Тест «Замок»***.** Предлагается сцепить пальцы рук в замок. Доминирует рука, большой палец которой оказался сверху.

б) *Тест «Хлопок».* Предлагается похлопать в ладоши (как в цирке, театре, концерте). Рука, которая движется активнее и сверху – доминирует.

в) *Тест «Поза Наполеона».* Предлагается сложить руки на груди. Рука, которая захватывает плечо, является доминирующей.

г) *Тест «Аннет»:*

1. «Пишущая рука». Предлагается определить, какой рукой человек пишет или рисует (если обеими, то какой чаще – эта ведущая).
2. «Ножницы». Какой рукой человек режет ножницами.
3. «Спички». Какой рукой чиркает спичкой.
4. «Нитки». Какой рукой вдевает нитку в иголку.
5. «Карты». Какой рукой раздает карты.
6. «Часы». Какой рукой заводит часы.
7. «Мяч». Какой рукой ловит и бросает мяч.
8. «Ракетка». В какой руке держит теннисную ракетку.
9. «Нож». Какой рукой держит нож.
10. «Крышка». Какой рукой отвинчивает крышку.
11. «Молоток». В какой руке держит молоток.
12. «Зубная щетка». В какой руке держит зубную щетку.

д) *Тест «Центр письма».* Предлагается взять в руки ручку (карандаш) и написать любую букву, слово. Если при этом рука загибается крючком внутрь, то центр письма находится полатерально (в противоположном полушарии) центру управления рукой. Соответственно проставляются баллы асимметрии (по сравнению с тестом «Пишущая рука»).

Задание 2. Асимметрия ног (АН)

а) *Тест «Закидывание ног».* Предлагается сидя закинуть ногу на ногу. Нога, которая оказывается сверху – ведущая.

б) *Тест «Шаг».* Предлагается сделать шаг из положения стоя, ноги вместе. Для более четкого результата шаг должен быть назад; ведущая та нога, которая делает шаг.

в) *Тест «Прыжок».* Из того же положения нужно подпрыгнуть на одной ноге. Ведущей является толчковая нога.

II. Сенсорная асимметрия (СА)

Задание 1. Асимметрия зрения (АЗ)

а) *Тест «Память».* Предлагается вспомнить любимую книгу, фильм. При этом экспериментатор смотрит прямо в глаза обследуемому. Доминирующей является сторона, в которую уводят глаза при «вспоминании».

б) *Тест «Прицеливание».* Предлагается взять карандаш (ручку) и поместить его вертикально на вытянутой руке (проба Розенбаха). Затем прицелиться двумя глазами через него на любой маленький объект не ближе 2 м. Далее экспериментатор по очереди закрывает глаза испытуемому (ру-

кой, ширмочкой). Глаз, при закрытии которого объект сдвигает максимально – ведущий.

Задание 2. Асимметрия слуха (АС)

а) *Тест «Часы».* Перед обследуемым на стол кладутся механические часы. Предлагается поднести их к каждому уху и определить, в каком из них звук громче, это ухо – ведущее.

б) *Тест «Телефон».* Ведущим является ухо, к которому чаще подносят телефонную трубку при разговоре.

Задание 3. Тактильная асимметрия (ТА)

а) *Тест «Кисть».* Предлагается развернуть перед собой кисти рук ладонями вверх и ощутить их вес, при этом глаза должны быть закрытыми. Кисть, которая ощущается тяжелой (больше) – ведущая.

б) *Тест «Щека».* Необходима акварельная или косметическая кисточка. Этой кисточкой производят легкие касательные движения обеих щек обследуемого (по очереди несколько раз). Щека, которая ощущает касание сильнее – ведущая.

Оценка результатов

1. Оцените функциональную асимметрию каждого анализатора (по каждому заданию) по формуле:

$$\text{А} = \frac{\text{суммарное количество баллов}}{\text{число тестов}}$$

При таком расчете оценка будет находиться в интервале от -1 (полная левизна) до +1 (полная правизна).

Оценку асимметрии можно произвести в процентах, при этом полученное число умножается на 100 (например, 0,4х100%).

2. Определите функциональную асимметрию моторики и сенсорики в условных единицах и в процентах.

Асимметрия моторики (ДА) определяется по формуле:

$$\text{ДА} = \frac{AP + AH}{2};$$

Асимметрия сенсорики (СА) определяется по формуле:

$$\text{СА} = \frac{AЗ + AC + AT}{3};$$

3. Определите общую функциональную асимметрию (ОФА) по формуле:

$$\text{ОФА} = \frac{ДА + СА}{2};$$

4. Рассчитайте значение ОФА в процентах (ОФАх100%).

Можно выделить условные (в процентах) границы основных типов асимметрии:

1. от -100% до -50% – полное или почти полное левшество;
2. от -50% до -10% – сильное левшество;
3. от -10% до +10% – амбидекстр (не определенный);
4. от +10% до +50% – (выраженное) правшество;
5. от+50% до +100% – сильное (полное правшество).

Оформление опыта. Все расчеты занести в протокол. Сделать выводы о характере индивидуального профиля асимметрии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Батуев А.С. Высшая нервная деятельность. – СПб.: Издательство Лань, 2002.
2. Воронин Л.Г Физиология высшей нервной деятельности. – М.: Высшая школа, 1979.
3. Воронин Л.Г., Колбановский В.Н., Маш Р.Д. Физиология высшей нервной деятельности и психология. – М.: Просвещение, 1977.
4. Данилова Н.Н., Крылова А.Л. Физиология высшей нервной деятельности. – М.: Учебная литература, 2002.
5. Казаков В.Н., Леках В.А., Тарапата Н.И. Физиология в задачах: Учебное пособие. – Ростов н/Д.: Феникс, 1996.
6. Коробков А.В., Чеснокова С.А. Атлас по нормальной физиологии. – М.: Высшая школа, 1986.
7. Лабораторный практикум по физиологии нервной системы: Учебное пособие. /Т.С.Копосова, Н.В.Звягина, С.Ф.Лукина и др. – Архангельск: Поморский университет, 2004.
8. Методическая разработка лабораторных занятий по возрастной физиологии и школьной гигиене /Сост. Абдрашитов Ф.Г., Порман О.Н., Феоктистова С.В., Вирпша Л.В. – Уфа: Изд-во БГПУ, 1988.
9. Смирнов В.М. Нейрофизиология и высшая нервная деятельность детей и подростков. – М.: Издательский центр Академия, 2000.

10. Столяренко Л.Д. Основы психологии. – Ростов н/Д.: Феникс, 1996.
11. Физиология человека и животных /Под ред. проф. Ноздрачева А.Д. Кн. 1,2. – М.: Высшая школа, 1991.
12. Физиология человека. Задачи и упражнения: учеб. пособие /Под ред. Ю.И.Савченко. Изд. 2-е, испра. и доп. – Ростов н/Д.: Феникс.; Красноярск: Издательские проекты, 2007.
13. Циркин В.И., Трухина С.И. Физиологические основы психической деятельности и поведения человека. – М.: Медицинская книга, – Н.Новгород.: Изд-во НГМА, 2001.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 3
Тема 1. ПРЕДМЕТ И МЕТОДЫ ИЗУЧЕНИЯ ФИЗИОЛОГИИ ВЫСШЕЙ НЕРВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ 4
Тема 2. ТИПЫ ВЫСШЕЙ НЕРВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ 13
Лабораторная работа 1. Определение индивидуально-типологических особенностей высшей нервной деятельности человека 20
Лабораторная работа 2. Определение темперамента по опроснику Айзенка 24
Лабораторная работа 3. Определение темперамента по методике А.Белова 28
Тема 3. НАСЛЕДСТВЕННО ЗАКРЕПЛЕННЫЕ ФОРМЫ ПОВЕДЕНИЯ 32
Тема 4. ПРИОБРЕТЕННЫЕ ФОРМЫ ПОВЕДЕНИЯ 38
Лабораторная работа 1. Выработка условного мигательного рефлекса у человека 42
Лабораторная работа 2. Образование у человека условного зрачкового рефлекса на звонок и слово «звонок» 43
Лабораторная работа 3. Выработка условного рефлекса, дифференцировочного и угасательного торможения у человека на словесный раздражитель 44

Лабораторная работа 4. Выработка навыка зеркального письма как пример разрушения старого и образования нового динамического стереотипа 45
Тема 5. ПАМЯТЬ. ВНИМАНИЕ 48
Лабораторная работа 1. Выявление ведущего типа памяти 52
Лабораторная работа 2. Определение объема кратковременной памяти 54
Лабораторная работа 3. Зависимость запоминания от установки 56
Лабораторная работа 4. Определение переключаемости произвольного внимания 56
Лабораторная работа 5. Определение величины колебания внимания 58
Лабораторная работа 6. Оценка устойчивости внимания 59
Тема 6. ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ СОСТОЯНИЯ. СОН 60
Лабораторная работа 1. Моделирование гипнотического состояния у земноводных 69
Тема 7. ЭМОЦИИ. ПОТРЕБНОСТИ. МОТИВАЦИИ 70
Тема 8. СОЗНАНИЕ. МЫШЛЕНИЕ 78
Лабораторная работа 1. Изучение особенностей мышления 85
Лабораторная работа 2. Влияние цели на результат деятельности 88
Тема 9. РЕЧЬ 90
Лабораторная работа 1. Выявление соотношения сигнальных систем 96
Лабораторная работа 2. Определение индивидуального профиля асимметрии мозга 97
ЛИТЕРАТУРА 100

Учебное издание

ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ ПО ФИЗИОЛОГИИ ВЫСШЕЙ НЕРВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Составители:
Мусалимова Рида Сагитовна,
Лязина Людмила Викторовна

Редактор Т.В.Подкопаева

ФАЗЛУТДИНОВА А.И.

ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ ПО ФИЗИОЛОГИИ РАСТЕНИЙ

Учебно-методическое пособие

Уфа 2008

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. М.АКМУЛЛЫ

Фазлутдинова А.И.

ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ ПО ФИЗИОЛОГИИ РАСТЕНИЙ

Учебно-методическое пособие

Уфа 2008

УДК
ББК
К

Печатается по решению
редакционно-издательского совета
Башкирского государственного
педагогического университета
им. М. Акмуллы

Фазлутдинова А.И. Лабораторный практикум по физиологии растений: Учебно-методическое пособие. - Уфа: Изд-во БГПУ им. М. Акмуллы, 2008. – с.

Пособие представляет собой руководство для самостоятельной подготовки и выполнения лабораторных работ по дисциплине «Физиология растений». Разделы пособия и подбор лабораторных работ определены общеобразовательной программой по физиологии растений. В каждом разделе пособия приведены описания лабораторных работ, даны методические указания к выполнению опытов и описания приборов необходимых, для выполнения того или иного эксперимента. В конце каждого раздела помещены контрольные вопросы, необходимые для закрепления полученных знаний приобретенных во время проведения лабораторных работ.

Пособие предназначено для студентов биологических специальностей вузов, а также учителям школ и педагогам дополнительного образования для проведения учебного эксперимента на уроках биологии.

Рецензенты: Рахманкулова З.Ф., д.б.н., профессор (БГУ)
Абросимова О.А., к.б.н., доц. (БГПУ им. М.Акмуллы)

с Издательство БГПУ, 2008 г.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Дисциплина «Физиология растений» дает фундаментальное представление о функциональных особенностях растительного организма. Целью дисциплины является изучение общих закономерностей и конкретных механизмов, лежащих в основе жизнедеятельности растений. В задачи дисциплины входит изучение функций растительных организмов для понимания анатомических и морфологических особенностей растений на основе современных достижений науки, а также информация о месте отдельных молекулярных механизмов в метаболизме растительной клетки и их роли в регуляции жизни растения.

Изучение дисциплины ведет к формированию у студента естественнонаучного мировоззрения на базе понятий, как о своеобразии жизни растений, так и об общих закономерностях организации всего живого и способствует активизации знаний студентов в области химии и физики и позволит применить их при изучении жизни растений. «Физиология растений» дает представление о теоретических основах экологии растений, системе охраны окружающей среды, основ агрохимии и рационального сельского хозяйства и позволяет исследовать пути применения биотехнологических производств на базе растений.

Пособие состоит из нескольких разделов, каждый из которых включает в себя несколько лабораторных работ, соответствующих определенной теме учебного плана. В конце каждой работы приведены контрольные вопросы и задания, на которые должен ответить студент, после выполнения практической работы. Приведенные в пособии лабораторные работы направлены на развитие навыков постановки вопроса и его разрешения при помощи эксперимента, так как каждый опыт сопровождается наблюдением и количественным или качественным учетом и представляет собой небольшое законченное исследование. В результате проведенной работы студенту необходимо суметь обсудить результаты своего опыта, сделать соответствующие выводы и связать полученные в ходе эксперимента знания с теоретической базой, которую он получил на лекциях и в ходе самостоятельного освоения дисциплины. Для выполнения этой части работы подразумевается проведение коллоквиумов, где студент совместно с дру-

гими студентами и преподавателем имеет возможность обсудить каждый раздел дисциплины. Для этого в пособии предусмотрены вопросы и задания для коллоквиума и список рекомендуемой литературы.

Требования к уровню освоения содержания дисциплины. В целом, в результате изучения дисциплины «Физиология растений» студенты должны: иметь представления на молекулярном, клеточном и организменном уровнях как об отдельных функциях растительного организма – фотосинтезе, дыхании, минеральном питании, водном режиме, так и об интеграции этих процессов и в росте и развитии растений и механизмах адаптации к изменяющимся условиям среды; знать историю формирования отдельных представлений в области физиологии растений и описание классических экспериментов; представлять специфические особенности растений в сравнении с животными; овладеть методикой постановки опытов по физиологии растений и навыкам исследовательской работы; применять теоретические знания по физиологии растений и уметь ставить простейшие опыты в условиях школы.

Рекомендации по использованию данного методического пособия.

1. Ознакомиться со структурой пособия.
2. Внимательно прочитать пояснительную записку, чтобы представить себе весь объем работы.
3. Ознакомиться со всеми разделами, отметить наиболее сложные для вас темы и обратить на них особое внимание.
4. Просмотреть список рекомендуемой литературы.
5. Познакомиться с темами контрольных вопросов к коллоквиуму.
6. Перед выполнением лабораторных работ следует внимательно ознакомиться с ходом работы, отметить для себя неясные вопросы, сформулировать цель эксперимента. После выполнения опытов записать результаты и сделать выводы.
7. Проверить степень усвоения материала с помощью предложенных контрольных вопросов и заданий.

РАЗДЕЛ 1. ФИЗИОЛОГИЯ РАСТИТЕЛЬНОЙ КЛЕТКИ

1.1. ПОГЛОЩЕНИЕ ВЕЩЕСТВ РАСТИТЕЛЬНОЙ КЛЕТКОЙ

Лабораторная работа № 1.
Явление плазмолиза и деплазмолиза

Материалы и оборудование. Лук сорта «Кармен» или лист традесканции, лезвие бритвы, предметные и покровные стекла, стеклянная палочка, препаровальная игла, пинцет, микроскоп, стакан с водой, 1М раствор сахарозы, фильтровальная бумага, спиртовка.

Ход работы. Сделать бритвой срез эпидермиса объекта исследования, клетки которого содержат антоциан. Во избежании повреждения клеток эпидермиса желательно, чтобы срезы состояли из двух слоев клеток.

Поместить срез в капле воды на предметное стекло и рассмотреть его в микроскоп. Затем заменить воду на 1М раствор сахарозы, для чего нанести на предметное стекло рядом сосрезом большую каплю раствора и отсосать воду кусочком фильтровальной бумаги, прикладывая ее с другой стороны среза. Повторить этот прием 2-3 раза до полной замены воды раствором. Все это время продолжать следить в микроскоп за состоянием клетки.

Через 15-20 минут, когда плазмолиз станет хорошо заметен, ввести в срез каплю воды, отсасывая раствор фильтровальной бумагой, при этом наблюдая в микроскоп изменения происходящие в клетке.

Приготовить второй срез эпидермиса, поместить его в большую каплю воды и нагреть препарат над пламенем спиртовки (нагрев осуществлять осторожно, не допуская полного испарения воды). После чего отсосать оставшуюся в препарате воду фильтровальной бумагой и нанести на срез каплю 1М раствора сахарозы, рассмотреть препарат в микроскоп и установить происходит ли в данном случае плазмолиз.

Записать результаты наблюдений и выводы, сделать рисунки клеток в воде и после пребывания в растворе.

Контрольные вопросы.

1. Каковы причины возникновения плазмолиза в растительных клетках?
2. Каким образом происходит деплазмолиз?
3. Способны ли плазмолизироваться мертвые клетки?
4. Какие формы плазмолиза Вы знаете?

Лабораторная работа № 2.
Определение вязкости цитоплазмы по времени плазмолиза

Материалы и оборудование. Лук сорта «Кармен», лист традесканции, капуста краснокачанная, лезвие бритвы, предметные и покровные стекла, стеклянная палочка, препаровальная игла, пинцет, микроскоп, 1М раствор сахарозы, фильтровальная бумага.

Ход работы. Под временем плазмолиза подразумевается промежуток времени (в минутах) с момента погружения ткани растения в гипертонический раствор до наступления первых признаков выпуклого плазмолиза в клетках. Время плазмолиза зависит от вязкости цитоплазмы клетки: чем меньше вязкость цитоплазмы, тем легче она отстает от клеточной стенки и тем быстрее вогнутый плазмолиз переходит в выпуклый.

Срезы эпидермиса лука, традесканции и капусты поместить в каплю сахарозы. Отметить время погружения исследуемых объектов в раствор. Рассматривая препараты под микроскопом (с интервалом в 2 минуты с начала эксперимента) определить время плазмолиза.

Результаты опыта занести в таблицу, сформулировать выводы.

Растение	Время погружения, мин	Начало уголкового плазмолиза, мин	Начало вогнутого плазмолиза, мин	Время плазмолиза, мин
Лук				
Традесканция				
Капуста				

Контрольные вопросы.

1. От каких факторов зависит вязкость цитоплазмы?
2. Почему разные виды растений имеют разное время плазмолиза?
3. Является ли степень вязкости цитоплазмы одним из приспособительных механизмов к неблагоприятным факторам среды? Если да, то почему?

Лабораторная работа № 3.
Влияние ионов калия и кальция на форму и время плазмолиза

Материалы и оборудование. Лук сорта «Кармен», лезвие бритвы, предметные и покровные стекла, стеклянная палочка, препаровальная игла, пинцет, микроскоп, растворы: $Ca(NO_3)_2$, KNO_3, фильтровальная бумага.

Ход работы. Катионы солей оказывают специфическое воздействие на цитоплазму. В одном случае сократившийся протопласт образует на своих полюсах набухшие участки – колпачки, которые располагаются по обе стороны вакуоли (от поперечных стенок протопласт отходит быстрее, чем от продольных, так как поверхность этих стенок меньше). Образова-

ние колпачков свидетельствует о проницаемости цитоплазмы для ионов K^+ и накоплении их в мезоплазме: ионы K^+ способствуют набуханию цитоплазмы и уменьшению ее вязкости.

Ионы кальция также проникают через плазмалемму и накапливаются в мезоплазме. Они оказывают на цитоплазму противоположное действие, уменьшают ее гидратацию, увеличивая вязкость. У вязкой цитоплазмы очень велики силы молекулярного сцепления с клеточной оболочкой, протопласт отходит от стенок клетки очень медленно и сначала лишь на отдельных участках, поэтому в растворе солей кальция в клетках образуется вогнутый плазмолиз.

Срез эпидермиса с выпуклой поверхностью чешуи лука помещают в каплю испытуемого раствора и приступают к просматриванию под микроскопом. Следят за сменой форм плазмолиза. Определяют время плазмолиза в каждой соли.

Зарисовать плазмолизированные клетки. На основании полученных результатов сделать выводы. Результаты опыта занести в таблицу.

Соль	Концентрация, М	Время погружения в раствор	Время начала уголкового плазмолиза	Время плазмолиза, мин
KNO_3				
$Ca(NO_3)_2$				

Контрольные вопросы.

1. Почему катионы солей оказывают различное действие на цитоплазму?
2. На какие свойства цитоплазмы влияют ионы калия и кальция?
3. Как действие ионов калия и кальция отражается на времени плазмолиза?

Лабораторная работа № 4.
Стойкий и временный плазмолиз в растительных клетках. Сравнение проницаемости цитоплазматических мембран для различных веществ.

Материалы и оборудование. Побеги элодеи, лезвие бритвы, предметные и покровные стекла, стеклянная палочка, препаровальная игла, пинцет, микроскоп, 1М растворы сахарозы и мочевины, фильтровальная бумага.

Ход работы. На два предметных стекла наносят по капле 1М растворов: на первое – глюкозы, на второе – мочевины. В каждую каплю помещают по одному листу элодеи. Объекты покрывают покровными стеклами и через 2-3 минуты рассматривают под микроскопом. Зарисовывают плазмолизированные клетки и отмечают время начала наблюдения. Затем откладывают препараты на 0,5-1ч. При завершении эксперимента отмеча-

ют, в каком из растворов сохранился плазмолиз, а в каком наступил деплазмолиз.

Зарисовать клетки, показав различное действие на них гипертонических растворов глюкозы и мочевины. Сформулировать выводы.

Контрольные вопросы.

1. Как объяснить стойкий (сохраняющийся длительное время) плазмолиз клеток в растворе глюкозы?
2. Какова проницаемость плазмалеммы и тонопласта для молекул мочевины?

Лабораторная работа № 5.
Поступление нейтрального красного в клеточную вакуоль

Материалы и оборудование. Луковица, лезвие бритвы, предметные и покровные стекла, стеклянная палочка, препаровальная игла, пинцет, микроскоп, 1М раствор роданида калия KSCN, раствор нейтрального красного, фильтровальная бумага.

Ход работы. Для опыта используется нейтральный красный, который легко проникает в вакуоль, потому что почти не задерживатся пограничными мембранами и мезоплазмой клетки.

Кусочек верхнего эпидермиса чешуи лука помещают на предметное стекло в каплю красителя, покрывают покровным стеклом и сразу же рассматривают под микроскопом. На первых этапах видно, что все клетки ткани равномерно окрашиваются в красный цвет. Через 10 минут вызывают плазмолиз клеток ткани раствором роданида калия (KSCN). Для этого отсасывают кусочком фильтровальной бумаги краситель, а с другой стороны стекла наносят 2-3 капли роданида калия. Через 5 минут рассматривают препарат под микроскопом.

Зарисовать плазмолизированные клетки. Сделать выводы.

Контрольные вопросы.

1. Какова проницаемость плазмалеммы и тонопласта для молекул нейтрального красного?
2. Будет ли нейтральный красный поступать в вакуоли мертвых клеток? Почему?

Лабораторная работа № 6.
Проницаемость цитоплазмы живых и мертвых клеток

Материалы и оборудование. Красная свекла, 3 пробирки, штатив для пробирок, стеклянная банка, карандаш по стеклу, нож, фильтровальная бумага, стакан с водой, 30% раствор уксусной кислоты, 1М раствор сахарозы.

Ход работы. За 1-2 часа до начала опыта из корнеплода свеклы вырезают несколько одинаковых кубиков со стороной около 8мм и, поместив в банку, промывают их в воде до тех пор, пока из пораненных клеток не перестанет выходить в воду окрашенный антоцианом клеточный сок. Затем в три пробирки наливают по 5мл воды, а в третью – раствор уксусной кислоты. Первую пробирку оставляют для контроля. Содержимое второй пробирки кипятят 5-7 минут. Через 30 минут пробирки встряхивают и отмечают интенсивность окраски. По изменению окраски судят о степени повреждения растительной клетки.

Затем кубики свеклы достают из пробирок и из каждого кубика делают тонкие срезы. Помещают срезы на предметные стекла в каплю раствора сахарозы и наблюдают под микроскопом.

Зарисовать клетки. Результаты опыта занести в таблицу. Сделать выводы.

Номер пробирки	1	2	3
Вариант опыта	водопроводная вода (контроль)	кипячение	30% раствор уксусной кислоты
Окраска раствора в пробирке			
Окраска среза			
Рисунок клетки			

Контрольные вопросы.

1. Чем вызвано различие в окраске растворов в контрольной и опытных пробирках?
2. Что является причиной выхода веществ из клетки при повреждении цитоплазматической мембраны?
3. О чем свидетельствует отсутствие плазмолиза в клетке?

Лабораторная работа № 7.
Осмотический выход воды из плазмолизированных клеток

Материалы и оборудование. Картофель, концентрированный глицерин, канцелярские скрепки, нож, пробирка, штатив для пробирки, фильтровальная бумага.

Ход работы. Пробирку наполняют концентрированным глицерином. Из клубня картофеля вырезают кубик со стороной около 8мм и погружают в пробирку с глицерином. Перед погружением картофель обсушивают фильтровальной бумагой и втыкают в него канцелярскую скрепку, чтобы кусочек картофеля не всплывал в глицерине. Наблюдение за выделением воды начинают сразу после погружения кусочка картофеля в глицерин. Пробирка во время наблюдения должна находится в совершенном покое.

Вода, выходящая благодаря плазмолизу из ткани, имеет значительно меньший удельный вес, чем концентрированный глицерин и смешивается с ним очень медленно. В результате этого над кубиком картофеля возникает постоянный восходящий ток струи воды, ясно видимый вследствие различия показателей преломления воды и глицерина.

Сделать рисунок, показывающий выход воды из плазмолизированной ткани. Сформулировать вывод.

Контрольные вопросы.

1. Почему из кубика картофеля в глицерин выделяется вода?
2. Какие условия необходимо создать, чтобы прекратить выход воды из картофеля в глицерин?

Лабораторная работа № 8.
Определение жизнеспособности семян методом окрашивания

Материалы и оборудование. Набухшие семена гороха, раствор индигокармина 1:2000 (0,5г на 1л дист. воды), фарфоровая чашка, препаровальная игла.

Ход работы. Метод окрашивания семян с целью определения их всхожести основан на непроницаемости живой цитоплазмы для некоторых красок (индигокармин, кислый фуксин), тогда, как мертвая цитоплазма прокрашивается. Бывают случаи, когда зародыш мертвый, и тем не менее при погружении семени в раствор он не окрашивается из-за того, что окружающие части семени не пропускают краситель. В связи с этим необходимо предварительно обнажить зародыш: извлечь зародыш, разрезать семя вдоль или удалить семенные покровы.

Очистить 10-20 набухших семян гороха от кожуры. Очищенные семена поместить в фарфоровую чашку и залить раствором индигокармина и выдержать 30-40 минут, после чего слить краситель, а семена промыть водопроводной водой от избытка красителя. Подсчитать количество окрашенных, слабо окрашенных и неокрашенных семян.

Результаты опыта занести в таблицу. Сделать выводы.

Количество семян	Окрашенные	Слабо окрашенные	Неокрашенные

Контрольные вопросы.

1. Почему краситель окрашивает нежизнеспособные семена и не окрашивает живые?
2. Способны ли окрашиваться живые клетки? Почему?

1.2. ВОДНЫЙ ОБМЕН РАСТИТЕЛЬНОЙ КЛЕТКИ

Лабораторная работа № 9.
Получение полупроницаемой мембраны – опыт с искусственной «клеточкой» Траубе

Материалы и оборудование. Желтая кровяная соль (в кристаллическом виде), 0,5% раствор медного купороса, пробирка, штатив для пробирок, пинцет.

Ход работы. Полупроницаемые мембраны могут быть не только биологические, но и полученные химическим путем. В частности, пленка состоящая из ферроцианида меди, обладает свойством идеальной полупроницаемости. Она проницаема только для воды, поэтому ее можно использовать для наблюдения явления осмоса.

В пробирку наливают ¾ объема 0,5% раствора медного купороса, а на дно этой пробирки помещают 2-3 кристаллика желтой кровяной соли. Вокруг кристаллика в результате взаимодействия солей образуется осадочная мембрана ферроцианида меди:

$$K_4[Fe(CN)_6] + 2CuSO_4 = Cu_2[Fe(CN)_6] + 2K_2SO_4.$$

Эта мембрана образует замкнутый мешочек, названный автором опыта Траубе – искусственной клеточкой. Полупроницаемая мембрана ферроцианида меди разделяет два раствора разной концентрации: внутри мешочка находится концентрированный раствор ферроцианида калия, а снаружи – раствор сульфата меди. Возникает ток воды внутрь мешочка, объем раствора ферроцианида калия увеличивается, в результате чего мембрана растягивается. Будучи очень тонкой, эта мембрана в отдельных местах разрывается под действием гидростатического давления. В этих местах соли снова взаимодействуют, вознкают новые участки мембраны, что приводит к неравномерному увеличению размера искусственной клетки.

Изобразить искусственную «клеточку» Траубе, на рисунке указать концентрацию растворов и направление движения воды. Сделать выводы.

Контрольные вопросы.

1. В каком случае объем клеточки Траубе прекратит увеличиваться?
2. Что произойдет с искусственной клеточкой, если в пробирку добавить кристаллики поваренной соли?

Лабораторная работа № 9.
Определение величины осмотического давления в клетка растительной ткани плазмолитическим методом (по де-Фризу)

Материалы и оборудование. Лук сорта «Кармен», 1М раствор NaCl или сахарозы, дистиллированная вода, микроскоп, предметные и покровные стекла, мерная пипетка, лезвие бритвы, часовое стекло, препаровальная игла, фильтровальная бумага, пинцет, 8 пробирок, штатив для пробирок.

Ход работы. Осмотическое давление – это диффузное давление, возникающее в результате осмотического передвижения молекул воды. Мерой осмотического давления служит то давление, которое нужно приложить к раствору, чтобы воспрепятствовать прохождению растворителя в раствор через полупроницаемую перепонку. Величина осмотического давления клеточного сока пропорциональна его концентрации и абсолютной температуре.

Плазмолитический метод определения осмотического давления клеточного сока основан на подборе наружного раствора известной концентрации, осмотическое давление которого будет находиться в равновесии с осмотическим давлением клеток. В качестве плазмолитика обычно используют раствор хлористого натрия или сахарозу. Сильный плазмолиз показывает, что осмотическое давление внешнего раствора значительно больше, чем осмотическое давление клетки. Отсутствие плазмолиза может означать, что осмотическое давление раствора меньше осмотического давления клетки или равно ему. Задача данного метода сводится к тому, чтобы подобрать наружный раствор такой концентрации, который вызывает начальный уголковый плазмолиз не менее чем у 50% клеток погруженного в раствор кусочка исследуемой ткани. Изотонический раствор будет находиться между этим раствором и следующим (более слабым), который не вызывает плазмолиз. Отсюда следует, что концентрация изотонического раствора равна среднему арифметическому между концентрациями указанных соседних растворов.

Приготовить по 10мл растворов хлористого натрия или сахарозы в следующих концентрациях: 0,8; 0,7; 0,6; 0,5; 0,4; 0,3; 0,2 и 0,1М, наливая в пробирки соответствующие количества 1М раствора соли и дистиллированной воды (например, для того чтобы приготовить 0,8М раствор необходимо в пробирку прилить 8мл 1М раствора соли и 2мл дистиллированной воды, для 0,7М раствора – 7мл 1М раствора и 3мл воды и т.д.). Тщательно перемешать растворы. Приготовить 16 срезов эпидермиса лука и поместить их в воду на часовое стекло. При погружении в воду удаляется сок, вытекающий из поврежденных клеток, и достигается одинаковое состояние всех срезов.

Через 5 минут извлечь срезы из воды, обсушить их фильтровальной бумагой и погрузить по два среза в каждый раствор, начиная с самого концентрированного с интервалом в 5 минут. Во время опыта необходимо следить, чтобы срезы не всплывали на поверхность, а были погружены в раствор (если срез всплывет, его необходимо «утопить» при помощи пре-

паровальной иглы). После 20-ти минутного пребывания срезов в соответствующем растворе их просматривают под микроскопом в капле того же раствора в котором они находились. Рассматривают срезы в том порядке, в каком погружали в растворы, с интервалом в 5 минут. Этим обеспечивается одинаковая продолжительность нахождения срезов в растворах. С каждого препарата в таблицу зарисовывают по 2 клетки с типичной степенью плазмолиза с указанием в графе «степень плазмолиза» - его форму (выпуклый, вогнутый, уголковый).

Найти концентрацию изотонического раствора и вычислить осмотическое давление клеточного сока по уравнению Вант-Гоффа: $P = R*T*c*i$. Результаты опыта оформить, заполнив таблицу. Сформулировать выводы.

Концентрация раствора, М	Время погружения	Время наблюдения	Степень плазмолиза	Рисунок клеток	Концентрация изотонического раствора, М
0,8					
0,7					
0,6					
0,5					
0,4					
0,3					
0,2					
0,1					
Осмотическое давление клеточного сока, атм		$P = R*T*c*i =$			

Контрольные вопросы.

1. От каких показателей зависит величина осмотического давления клеточного сока?
2. Для чего в уравнение Вант-Гоффа вводится изотонический коэффициент?
3. Какие методы определения осмотического давления Вы знаете?
4. Почему осмотическое давление у растворов электролитов всегда выше, чем у не электролитов в той же молярной концентрации?
5. Что такое изотоническая концентрация?

Лабораторная работа № 10.
Явление тургора

Материалы и оборудование. Картофель, 1М раствор NaCl или сахарозы, дистиллированная вода, нож или скальпель, препаровальная игла, фильтровальная бумага, пинцет, 2 пробирки, штатив для пробирок, линейка.

Ход работы. По мере насыщения клетки водой увеличивается гидростатическое давление на клеточную оболочку. Оно обуславливает напряженное состояние клетки, ее тургор. Клеточная оболочка под влиянием тургорного давления растягивается, что влечет за собой возникновение противодавления клеточной стенки на ее содержимое. Это противодавление всегда равно гидростатическому тургорному давлению, но противоположно ему по знаку.

При полном насыщении клетки водой весь осмотический потенциал полностью реализуется в виде гидростатического тургорного давления, которое, в свою очередь, уравновешивается противодавлением клеточной оболочки. В этих условиях P=T=W, и вода не будет входить в клетку, как бы высока не была концентрация клеточного сока. В таком состоянии полного насыщения находятся клетки водных растений, но его почти никогда не бывает у наземных растений, в виду наличия у них процесса транспирации. Часть осмотического потециала клеток наземных растений, определяющая способность всасывать воду, остается неуравновешенной силой противодавления. Вследствие этого, тургорное давление, не достигает своей максимальной величины. Эта остаточная часть всасывающей способности, при погружении клетки в воду, вызовет некоторый приток воды в нее. Это будет продолжаться до тех пор, пока увеличивающееся тургорное давление не уравновесит осмотическое. Поэтому у наземных растений P>T и P=T+S, где S – это величина сосущей силы, которая определяет поступление воды в клетку.

Из клубня картофеля вырезают 2 брусочка длиной 5см и шириной 5мм. Их следует нарезать поперек клубня из паренхимной ткани, не захватывая проводящих пучков. Данные измерений записывают в таблицу. Один брусочек помещается в пробирку с водой, другой в пробирку с 1М раствором поваренной соли или сахарозы. Через 1 час брусочки картофеля вынимаются. Обращается внимание на напряжение ткани (вялое или упругое). Повторно замеряются размеры брусочков.

Результаты занести в таблицу. Сделать выводы, объяснив изменения длины брусочков.

Варианты опыта	1М раствор NaCl	Вода
Исходные размеры брусочков, мм∗мм		
Размеры брусоков через 1 час, мм∗мм		
Тургор		
Напряженность ткани		

Контрольные вопросы.

1. Что такое тургорное давление?
2. Какие факторы могут снизить тургесцентность клеток?

3. Почему у наземных растений тургорное давление всегда меньше осмотического?

Лабораторная работа № 11.
Определение сосущей силы клеток по изменению размеров ткани (по Уршпрунгу)

Материалы и оборудование. Клубень картофеля или корнеплоды моркови, репы, NaCl, дистиллированная вода, нож или скальпель, препаровальная игла, фильтровальная бумага, пинцет, 8 пробирок, штатив для пробирок, линейка.

Ход работы. Сила, с которой клетка данный момент времени поглощает воду, называется сосущей силой. Она зависит от давления набухания биокаллоидов протопласта и клеточных оболочек, а также от осмотического и тургорного давлений клетки. В клетках, закончивших рост, с большой центральной вакуолью, сосущая сила в основном определяется осмотическими свойствами клеток.

Методы определения величины сосущей силы растительной ткани основаны на подборе внешнего раствора известной концентрации, осмотическое давление которого окажется соответствующим величине сосущей силы клеток ткани.

Осмотическое давление раствора также проявляется в свойстве его как бы присасывать воду через мембрану, и в этом смысле можно говорить о сосущей силе раствора. При погружении исследуемой ткани в раствор, сосущая сила которого больше сосущей силы в клетках ткани, длина полосок ткани уменьшается. Если сосущая сила в клетках больше сосущей силы раствора, то клетки поглощают воду из раствора, объем их увеличивается, и, следовательно, увеличивается длина полосок ткани. Длина полосок ткани останется без изменения в том растворе, сосущая сила которого равна сосущей силе клеток.

Приготовить по 10мл растворов хлористого натрия в следующих концентрациях: 1,0; 0,8; 0,6; 0,5; 0,4; 0,3; 0,2 и 0,1М, наливая в пробирки соответствующие количества 1М раствора соли и дистиллированной воды (например, для того чтобы приготовить 0,8М раствор необходимо в пробирку прилить 8мл 1М раствора соли и 2мл дистиллированной воды, для 0,7М раствора – 7мл 1М раствора и 3мл воды и т.д.). Тщательно перемешать растворы. Вырезать из клубня картофеля 8 одинаковых брусочков толщиной около 5мм, а длиной 30-40мм. Точно измеряют их длину с помощью линейки. Данные записывают в таблицу. По одному брусочку ткани погружают в каждый из приготовленных растворов. Через 0,5 –1ч вынимают брусочки из пробирок и снова измеряют их длину. Данные всех измерений записывают в таблицу. Сосущая сила раствора, в котором длина полоски осталась без изменения, будет равна величине сосущей силы кле-

ток ткани. В данном случае сосущая сила клеток равна сосущей силе раствора и соответственно равна осмотическому давлению раствора ($S_{кл}$ = $S_{раствора}$ = $P_{раствора}$). Поэтому сосущую силу клеток можно рассчитать, пользуясь уравнением Вант-Гоффа.

Результаты эксперимента занести в таблицу. Вычислить величину сосущей силы клеток исследуемого объекта. Сделать выводы.

Концентрация раствора, М	1,0	0,8	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1
Первоначальная длина брусочков, мм								
Длина брусочков после пребывания в растворе, мм								
Изменение длины брусочков, мм								
Вид раствора								
Сосущая сила клеток, атм		$S = P = R*C*T*i =$						

Контрольные вопросы.

1. За счет чего происходит изменение длины брусочков картофеля?
2. От чего зависит величина сосущей силы клеток?

Лабораторная работа № 12.
Определение сосущей силы клеток растительной ткани по изменению концентрации внешнего раствора. Метод струек (по В.С.Шардакову)

Материалы и оборудование. Листья какого-либо растения, 1М раствор NaCl, дистиллированная вода, раствор метиленовой сини, пробочное сверло, препаровальная игла, фильтровальная бумага, пинцет, 7 больших пробирок, 7 маленьких пробирок, пробки для пробирок, штатив для пробирок, мерные пипетки.

Ход работы. Метод струек основан на определении измерения концентрации раствора после пребывания в нем исследуемой растительной ткани. Уменьшение концентрации раствора происходит в случае отдачи воды тканью, если ее сосущая сила меньше сосущей силы раствора. Увеличение концентрации раствора показывает, что ткань поглощала из него воду, т.е. сосущая сила ткани оказалась больше сосущей силы раствора. Изменение концентрации раствора определяют по изменению его плотности.

Изменение плотности раствора под действием ткани определяют, сравнивая плотности этого и исходного раствора, в который ткань не помещали. После извлечения ткани раствор подкрашивают метиленовой синью и сравнивают с исходным раствором. Изменение плотности раствора в

сторону увеличения или уменьшения наглядно видно по тому, будет ли подкрашенная капля его погружаться или всплывать в контрольном растворе. Движение струйки вниз будет свидетельствовать об увеличении концентрации раствора. Движение струйки вверх указывает, что концентрация раствора уменьшается. Если же раствор не изменил концентрацию, то капля останется на том месте, в которое ее внесли пипеткой.

Используя 7 больших пробирок приготовить по 10мл растворов хлористого натрия в следующих концентрациях: 1,0; 0,8; 0,6; 0,5; 0,4; 0,3 и 0,2М, наливая в пробирки соответствующие количества 1М раствора соли и дистиллированной воды (например, для того чтобы приготовить 0,8М раствор необходимо в пробирку прилить 8мл 1М раствора соли и 2мл дистиллированной воды, для 0,7М раствора – 7мл 1М раствора и 3мл воды и т.д.). После тщательного перемешивания отлить в маленькие пробирки по 1мл приготовленных растворов. Оставшиеся в больших пробирках растворы, будут служить контролем.

Вырезать при помощи пробочного сверла диски из листьев, недалеко от средней жилки, не захватывая по возможности крупных жилок (для этого повернуть листья нижней стороной вверх). Разложить по 4-5 дисков в маленькие пробирки с растворами, закрыть пробками, с целью предотвращения испарения воды из растворов. Выдержать диски в растворах в течение 30-40 минут, время от времени, встряхивая пробирки и следя за тем, чтобы все диски были погружены в растворы.

По истечении указанного срока диски вынимают из пробирок и приступают к определению изменения удельного веса растворов, где до этого пребывали диски из листьев. Для этого растворы слегка подкрашивают метиленовой синью, внося в маленькие пробирки по небольшой капле красителя (много краски вносить нельзя, так как это может вызвать изменение плотности растворов). Содержимое пробирок встряхивают. После чего переходят к сравнению плотности каждого опытного раствора с плотностью контрольного.

Сравнение делают следующим образом. Капельной пипеткой с тонким оттянутым концом отбирают небольшую порцию подкрашенного опытного раствора. Кончик пипетки опускают в большую пробирку с соответствующим раствором (примерно до его середины). Медленно выпуская небольшую капельку (или струйку) окрашенного раствора, проследить за направлением движения струйки.

Результаты записать в таблицу. Направление движения окрашенной струйки показать стрелкой, а соотношение сосущей силы клеток и раствора знаком «>» или «<». Найти раствор, концентрация которого после пребывания в нем растительных тканей не изменилась. Определить осмотическое давление данного раствора и равную ему сосущую силу клеток, используя уравнение Вант-Гоффа. Сформулировать выводы.

Концентрация раствора, М	1,0	0,8	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2
Направление движения струйки							
Соотношение между сосущей силы клетки и раствора							
Вид раствора							
Сосущая сила клеток, атм							

Контрольные вопросы.

1. От чего зависит направление движения струйки?
2. На каком принципе основан метод струек?
3. Для чего при определении сосущей силы клеток используется раствор метиленовой сини?
4. Какие растворы называются изотоническими?

РАЗДЕЛ 2. ВОДНЫЙ ОБМЕН РАСТЕНИЯ

Лабораторная работа № 13.
Определение интенсивности транспирации весовым методом

Материалы и оборудование. Листья герани, бегонии, примулы или гортензии, кипяченная вода, вазелиновое масло, нож или скальпель, конические колбы на 100мл, чашки Петри, фильтровальная бумага, весы, линейка, карандаш, миллимитровая бумага.

Ход работы. Процесс испарения воды с поверхности надземных частей растения называется транспирация. Количество воды, транспирированной растением, с единицы листовой поверхности за единицу времени называется интенсивностью транспирации. Величина ее зависит от внешних факторов, времени суток, и колеблется в пределах 15 – 250г/м^2*ч. Весовой метод определения интенсивности транспирации основан на учете транспирированной воды по уменьшению веса растения за время опыта. Показателем способности растений регулировать транспирацию может служить величина относительной транспирации. Относительная транспирация – это отношение интенсивности транспирации с листа к интенсивности испарения воды со свободной водной поверхности при тех же условиях. Величина этого показателя обычно составляет 0,1 – 0,5, поднимаясь иногда до 1 и опускаясь до 0,01 и ниже, у некоторых хорошо защищенных от потери воды листьев.

Срезают лист любого растения с длинным черешком и помещают его в прибор Веска или в коническую колбу. Колбу заполняют кипяченной водой комнатной температуры. Черешок листа подрезают острым ножом под

водой (чтобы в проводящих пучках черешка не оказалось пузырьков воздуха). Колбу и лист тщательно протирают фильтровальной бумагой для удаления воды с их поверхности. Поверхность воды в колбе заливают вазелиновым маслом, слоем толщиной 2-3мм, чтобы избежать испарения со свободной водной поверхности. Колбу с листом взвешивают на весах с точностью до 0,01г. Через 45-60 минут осуществляют повторное взвешивание. Разница в весе покажет количество испаренной воды с данной листовой поверхности за данный промежуток времени. Результаты взвешиваний заносят в таблицу.

Пока идет процесс транспирации, рассчитывают площадь листовой пластинки. Для этого используют контуры листа, которые были нанесены на миллимитровую бумагу до начала постановки опыта.

Наряду с определением интенсивности транспирации в тех же условиях определяют испарение со свободной водной поверхности. Для этого в чашку Петри заливают небольшое количество кипяченной воды комнатной температуры, и так же определяют убыль в весе за время опыта. Результаты взвешиваний так же заносят в таблицу. Площадь чашки Петри определяют по формуле: $\pi d^2/4$.

Опыты по определению интенсивности транспирации проводят при разных условиях, например, на свету и в темноте, при высокой и низкой температуре, при высокой и низкой влажности. При этом можно использовать дополнительное освещение, холодильник, обогреватель воздуха, вентилятор и т.д. Но сравнение интенсивности транспирации в различных условиях можно проводить только на листьях одного и того же растения.

Кроме того, этот эксперимент можно поставить на разных растительных объектах, но в сходных условиях. Определения интенсивности транспирации, сделанные студентами в разных условиях и на разных объектах, сводят в общую таблицу.

Записать данные, полученные в опыте, в таблицу. Определить интенсивность транспирации и интенсивность испарения воды со свободной водной поверхности, используя следующую формулу: $I = n/(S*t)$, где - это количество транспирированной (испаренной) воды (г), S – площадь листа (чашки Петри) ($м^2$), t – продолжительность опыта (ч). Определить величину относительной транспирации. Сделать выводы, объяснив результаты эксперимента.

Условия опыта	Варианты	Вес		Потеря в весе, г	Площадь, $м^2$	Интенсивность транспирации (испарения), $г/м^2*ч$	Относительная транспирация
		исходный, г	через 60 минут, г				
На свету	лист						
	чашка						

В темноте	лист						
	чашка						
При высокой температуре	лист						
	чашка						
При низкой температуре	лист						
	чашка						
При высокой влажности	лист						
	чашка						
При низкой влажности	лист						
	чашка						

Контрольные вопросы.

1. Почему в разных условиях интенсивность транспирации имеет разную величину?
2. Что такое относительная транспирация и от чего она зависит?
3. Почему, как правило, интенсивность транспирации бывает выше, чем величина интенсивности испарения со свободной водной поверхности в равных условиях?

Лабораторная работа № 14.
Определение выделенного листьями водяного пара с помощью хлорида кобальта (II)

Материалы и оборудование. Листья разных растений, 0,5М раствор хлорида кобальта (II), фильтровальная бумага, ножницы, линейка, спиртовка, стеклянные пластинки, зажимы.

Ход работы. Сухая фильтровальная бумага, пропитанная хлоридом кобальта (II), имеет голубой цвет, при поглощении влаги соль розовеет. Если к такой бумаге плотно приложить лист растения, то порозовение ее наступит тем быстрее, чем интенсивнее идет транспирация. Этим методом можно пользоваться при сравнении транспирации верхней и нижней сторон листа, листьев разных ярусов или листьев разных видов растений.

Из фильтровальной бумаги заблаговременно вырезают полоску размером примерно 9 х 24см и равномерно пропитывают ее 0,5М раствором хлорида кобальта (II). Эту бумагу высушивают на воздухе и складывают вдвое (в виде обложки). Перед самым началом опыта эту бумагу высушивают над пламенем спиртовки до голубого цвета. Испытуемый лист срезают с растения и вкладывают между половинками кобальтовой бумаги. Снаружи к бумаге с обеих сторон прикладывают по стеклянной пластинке, которые скрепляют зажимами, избегая сильного здавливания листа. Замечают время постановки опыта. Следят за порозовением кобальтовой бумаги: скорость и степень изменения ее окраски служат показателем испарения воды листом. Результаты опыта хорошо заметны через 30-45 минут.

Результаты опыта занести в таблицу. Сформулировать вывод.

Растения	Время начала порозовения кобальтовой бумаги, мин	
	нижняя сторона листа	верхняя сторона листа
Герань		
Бегония		
Примула		

Контрольные вопросы.

1. С какой стороны листа идет более интенсивная транспирация? Почему?
2. Почему листья разного яруса имеют разную интенсивность транспирации?
3. От каких факторов зависит скорость транспирации?

Лабораторная работа № 15.
Учет интенсивности всасывания воды листьями в потометре.

Материалы и оборудование. Лист или побег любого растения, потометр или стеклянная банка, пробка с двумя отверстиями: одно – для листа, другое – для изогнутой трубки, горизонтальная градуированная стеклянная трубка, воск или пластилин, дистиллированная вода.

Ход работы. Потометр или стеклянную банку заполняют до краев водой и вставляют в него пробку с листом или побегом. При этом часть воды, вытесненная пробкой, пройдет в горизонтальную градуированную трубку и установится там, на определенном (исходном) уровне. Отмечают данный уровень. Между пробкой и водой в потометре не должно оставаться пузырьков воздуха. При хорошей герметичности прибора по мере всасывания воды листом, вода в горизонтальной трубке будет передвигаться в сторону сосуда. Результаты опыта хорошо заметны через 40-60 минут. По числу делений определяют количество всосавшейся воды.

Для вычисления интенсивности всасывания воды листом необходимо учесть площадь листа, время опыта и количество всосавшейся воды.

Данный метод можно использовать для определения интенсивности всасывания воды листом листьев разных ярусов или листьев разных видов растений.

Результаты опыта занести в таблицу. Вычислить интенсивность всасывания воды листьев разных видов растений. Сделать выводы.

Растения	Количество всосавшейся воды		Площадь листа, $м^2$	Интенсивность всасывания воды, $г/м^2 * ч$
	в мл	в г		
Герань				
Бегония				

Контрольные вопросы.

1. Почему всасывание воды у разных видов растений происходит с разной интенсивностью?
2. Зависит ли величина интенсивности всасывания воды от интенсивности транспирации? Поясните свой ответ.

Лабораторная работа № 16.
Наблюдения за устьичными движениями под микроскопом.

Материалы и оборудование. Свежие листья традесканции, 5% раствор глицерина, лезвие бритвы, препаровальная игла, микроскоп, предметные стекла, фильтровальная бумага.

Ход работы. Газообмен между межклетниками листа и наружной атмосферой регулируется с помощью устьиц. Каждое устьице состоит из двух замыкающих клеток, у которых стенки, примыкающие к устьичной щели, сильно утолщены, тогда как наружные части остаются тонкими. Неодинаковая толщина наружных и внутренних стенок приводит к тому, что при изменении тургора замыкающие клетки способны искривляться или распрямляться, открывая или закрывая при этом устьичную щель.

Раствор глицерина способен вызывать явление плазмолиза в замыкающих клетках устьица. При этом устьичные щели закрываются, вследствие отнятия воды от замыкающих клеток. По причине того, что раствор глицерина не дает стойкого плазмолиза, через некоторое время он начинает проникать через протоплазму в клеточный сок, вызывая деплазмолиз и открывание устьиц.

Ход работы. Перед началом эксперимента растение традесканции выдерживают на свету во влажной атмосфере для открытия устьиц. Готовят срез эпидермиса листа. Помещают его на предметное стекло в каплю 5% раствора глицерина и сразу начинают наблюдение под микроскопом. Рассматривают явление плазмолиза, как в замыкающих клетках, так и в остальных клетках эпидермиса. Наблюдают за состоянием устьичной щели.

Через 15-20 минут проводят повторное наблюдение препарата, замечают изменение состояния устьиц и клеток эпидермиса. После просмотра заменяют глицерин водой, для чего наносят рядом со срезом каплю воды, а с другой стороны оттягивают глицерин фильтровальной бумагой. При этом устьица открываются еще шире, так как вследствие проникновения глицерина в клеточный сок осмотическое давление в замыкающих клетках повышается.

Зарисовать устьица в открытом и закрытом состоянии. В выводах объяснить причины устьичных движений.

Контрольные вопросы.

1. Какие физиологические механизмы лежат в основе устьичных движений?

2. Как изменится состояние устьиц, если глицерин заменить на 1М раствор хлорида натрия? Поясните свой ответ.
3. Каково влияние внешних факторов (свет, темнота, движение воздуха, влажность) на состояние устьиц?

Лабораторная работа № 17.
Межклетники как связная система капиллярных ходов внутри тканей растения.

Материалы и оборудование. Листья аспидистры, стакан с водой, колба Бюнзена, резиновая пробка с отверстием, резиновая трубка, насос Камовского, скальпель, пластилин.

Ход работы. При отсасывании из колбы воздуха, благодаря уменьшению давления на срезанную поверхность черешка, возникает ток воздуха через устьица по межклетникам, и из среза начинает выделяться непрерывный ток пузырьков воздуха.

Срезают лист растения с длинным черешком. Вставляют его в отверстие резиновой пробки и гермитизируют пластилином. Колбу Бюнзена наполовину заливают водой, присоединяют к насосу резиновой трубкой. Затем пробку с листом устанавливают в колбу, при этом необходимо срез листа обновить под водой. Начинают откачивание воздуха из колбы. Наблюдают за процессом выделения пузырьков воздуха.

Сделать выводы по результатам наблюдений.

Контрольные вопросы.

1. Почему при откачивании воздуха из колбы наблюдается выделение пузырьков воздуха?

Лабораторная работа № 18.
Влияние внешних условий на процесс гуттации.

Материалы и оборудование. 3-4 суточные проростки овса, ячменя или пшеницы, выращенные в темноте в глиняных горшочках (5шт.), стеклянные химические стаканы (3шт.), снег или лед, 10% раствор хлорида натрия, фильтровальная бумага, чашки (3шт.), часы.

Ход работы. Корневая система не только всасывает воду из почвы, но и активно нагнетает ее в стебель с определенной силой, называемой корневым давлением. Если количество нагнетаемой корнями воды больше количества воды, испаряемой надземными органами, то наблюдается явление гуттации.

Перед экспериментом проростки растений сильно поливают водой. После чего один горшочек с проростками ставят в чашку со льдом или снегом, второй – в чашку с водой комнатной температуры, при этом уровень воды должен быть ниже края горшочка, третий – в чашку с водой, на-

гретой до температуры 35^0С, четвертый – поливают несколькими миллилитрами 10% раствора NaCl, а пятый горшочек оставляют на столе в качестве контроля. Кусочками фильтровальной бумаги удаляют имеющиеся на проростках капельки воды. После чего первые четыре горшочка с проростками закрывают стеклянными колпаками. Наблюдают за скоростью выделения капель воды на концах проростков. Опыты проделывают в 2-3 повторностях.

Результаты эксперимента занести в таблицу. Сделать выводы.

Условия эксперимента	Скорость появления капель воды на концах проростков, кап/мин			Средняя скорость появления капель воды, кап/мин
	1	2	3	
Под колпаком, $t=0^0$С				
Под колпаком, $t=20^0$С				
Под колпаком, $t=35^0$С				
Без колпака, с NaCl				
Контроль (без колпака, $t=20^0$С)				

Контрольные вопросы.

1. Что такое гуттация и чем она отличается от транспирации?
2. Какие условия необходимы для появления гуттации?
3. Как влияет раствор NaCl на явление гуттации?
4. Чем гуттация отличается от росы?

Лабораторная работа № 19.
Поднятие воды в растения по сосудам.

Материалы и оборудование. Растение бальзамин, красные чернила, сосуд с водой, лезвие бритвы, препаровальная игла, скальпель, пипетка, предметные стекла, микроскоп.

Ход работы. В сосуд с водой, добавляют небольшое количество чернил. Берут олиственный ветку бальзамина, предварительно доведенную до состояния небольшого завядания, и помещают ее в сосуд с окрашенной водой. Обновляют срез побега под водой. Сосуд с веткой выставляют на солнечный свет примерно на 20-30 минут, до появления красной окраски у стебля, листовых черешков и жилок. Чем ярче будет освещение, тем быстрее наступает окрашивание, так как листовая поверхность нагревается и устанавливается сильный транспирационный ток жидкости.

Из окрашенного стебля, листового черешка и листа делают поперечные тонкие срезы и рассматривают их под микроскопом. Обнаруживают какая часть сосудистых пучков окрашена.

Зарисовать срезы, сделать выводы.

Контрольные вопросы.

1. Какие элементы стебля являются водопроводящими?
2. Почему не все ткани стебля и листа окрашиваются красителем?

РАЗДЕЛ 3. ФОТОСИНТЕЗ

Лабораторная работа № 20.
Извлечение пигментов зеленого листа

Материалы и оборудование. Свежие или сухие листья бегонии, крапивы, гортензии, подсолнечника, примулы, настурции и т.д., спирт этиловый, смесь бензина с бензолом 9:1, ацетон, $CaCO_3$, кварцевый песок, фарфоровые ступки с пестиками, фильтровальная бумага, стеклянные колбы, воронки, пипетки, стеклянные палочки, ножницы, пробирки, штатив для пробирок.

Ход работы. Пигменты листа нерастворимы в воде, но хорошо растворимы в спирте, бензине и ацетоне. Чаще всего для извлечения пигментов используют спирт. Спиртовая вытяжка состоит из смеси четырех пигментов: двух зеленых – хлорофилла a и b и двух желтых – каротина и ксантофилла.

Готовят две вытяжки пигментов листа – спиртовую и бензиново-бензольную. Первая используется для разделения пигментов по методу Крауса и изучения химических и оптических свойств пигментов, а вторая – для разделения пигментов методом хроматографической адсорбции.

Для получения спиртовой вытяжки берут 1-2г свежих листьев, измельчают их ножницами, отбросив крупные жилки и черешки и тщательно растирают в ступке, добавляя кварцевый песок и небольшими порциями (около 10мл) этилового спирта. Если в листе много органических кислот, то для их нейтрализации перед растиранием в ступку добавляют немного $CaCO_3$. Затем полученную вытяжку фильтруют через складчатый фильтр в колбу.

Вторую вытяжку готовят на бензине с бензолом и ацетоном. Для этого 5г листьев растирают в ступке с кварцевым песком, добавляют 5мл смеси бензина с бензолом, 10мл ацетона и продолжают тщательно растирать. Затем содержимое ступки фильтруют, дают хорошо отстояться. Через 20-30 минут пипеткой осторожно отбирают верхний слой и переносят его в чистую сухую пробирку.

Сделать вывод, указав какие пигменты, содержат полученные Вами вытяжки.

Контрольные вопросы.

1. Какова роль пигментов в процессе фотосинтеза?

2. На чем основан метод извлечения пигментов из зеленого листа?

Лабораторная работа № 21.
Разделение пигментов методом бумажной хроматографии

Материалы и оборудование. Бензиново-бензольная вытяжка (см. лаб. работу № 16), стеклянная пластинка, фильтровальная бумага, линейка, карандаш, высокий цилиндр с крышкой, пипетки, пинцет.

Ход работы. Метод адсорбционной хроматографии впервые был предложен русским ученым М.С.Цветом. Этим методом можно разделить одновременно четыре пигмента. Сущность метода заключается в том, что раствор содержащий смесь пигментов пропускается через слой адсорбента. Различные пигменты, обладая неодинаковой растворимостью в данном растворителе и разной адсорбируемостью, передвигаются по мере движения растворителя с различной скоростью и располагаются на адсорбенте в разных местах. Чем больше растворимость пигмента в растворителе и чем хуже он адсорбируется данным адсорбентом, тем быстрее он будет передвигаться, и тем дальше будет располагаться зона этого пигмента. В настоящее время для разделения пигментов широкое распространение получила хроматография на бумаге.

Фильтровальную бумагу нарезают полосками 5 х 25см. Полоска бумаги кладут на чистый кусок стекла и простым карандашом чертят на бумаге горизонтальную стартовую линию на расстоянии 4см от края.

Из ранее приготовленной концентрированной бензиново-бензольной вытяжки пигментов берут пипеткой небольшую каплю и наносят ее на стартовую линию фильтровальной бумаги. Подсушивают бумагу на воздухе и снова наносят каплю смеси пигментов. Эту операцию повторяют 5-6 раз.

В высокий цилиндр, в который налит растворитель (бензин с бензолом), опускают бумажную полоску стартовой линией вниз, чтобы бумага касалась растворителя, но растворитель не доходил до стартовой линии. Закрыть цилиндр крышкой. Через 10-15 минут растворитель поднимется вверх по бумаге, увлекая за собой смесь пигментов, которые начнут разделяться приблизительно на расстоянии 5-10см от стартовой линии.

Пигменты распределяются следующим образом: первым снизу будет адсорбироваться хлорофилл b желто-зеленого цвета, затем сине-зеленая зона хлорофилла a, выше – пигмент ксантофилл золотисто-желтого цвета. Каротин, который очень быстро движется вместе с растворителем, расположится на верху полоски бумаги в виде желто-оранжевого пятна.

Зарисовать полученную хроматограмму и сделать вывод о причинах разделения пигментов на бумаге.

Контрольные вопросы.

1. На чем основан метод адсорбционной хроматографии?

2. Почему пигменты на хроматограмме распределяются послойно?

Лабораторная работа № 22.
Разделение пигментов методом Крауса с отделением каротина

Материалы и оборудование. Спиртовая вытяжка пигментов (см. лаб. работу № 16), стаканчик с водой, пипетка, этиловый спирт, бензин, 20% раствор гидрооксида калия или натрия, пробирки, штатив для пробирок.

Ход работы. В пробирку приливают 2-3мл спиртового раствора пигментов, добавляют 4-5мл бензина и 2-3 капли воды (для лучшего отделения спирта от бензина). Пробирку хорошо встряхивают и дают отстояться. Если разделение пигментов будет недостаточно четким, добавляют бензин и продолжают взбалтывание. Помутнение нижнего слоя (от избытка воды) можно устранить, добавив немного спирта. Через 2-3 минуты происходит расслаивание жидкости: в верхний, бензиновый слой переходят оба хлорофилла и каротин, в нижнем, спиртовом слое остается желтый пигмент – ксантофилл, так как он лучше растворим в спирте.

Для отделения каротина от хлорофилла верхний бензиновый слой отбирают с помощью пипетки и переносят в чистую пробирку. А нижний слой с ксантофиллом убирают в сторону для проведения опыта «Оптические свойства пигментов».

В отобранной зеленой вытяжке каротин незаметен, так как его маскирует хлорофилл, преобладающий количественно. В пробирку добавляют 2мл этилового спирта и несколько капель 20% раствора щелочи и сильно встряхивают содержимое. При взаимодействии щелочи с хлорофиллом происходит его омыление и образуется щелочная соль хлорофиллина, которая легко переходит из бензина в спирт. В результате в пробирке обнаруживаются два разноокрашенных слоя. Верхний, бензиновый слой желтого цвета содержит каротин, а нижний, спиртовой зеленого цвета – щелочную соль хлорофиллина. Бензиновый слой с каротином отбирают с помощью пипетки и переносят в чистую пробирку, которую также убирают в сторону для проведения опыта «Оптические свойства пигментов».

Зарисовать две пробирки: одну с ксантофиллом, а вторую с разделенными пигментами – и сделать соответствующие подписи. Сформулировать вывод относительно различной растворимости пигментов в спирте и бензине.

Контрольные вопросы.

1. На чем основан метод Крауса?
2. Какие пигменты зеленого листа растворяются в спирте, а какие в бензине?

Лабораторная работа № 23.

Химические свойства пигментов

Материалы и оборудование. Спиртовая вытяжка пигментов (см. лаб. работу № 16), 20% раствор гидрооксида калия или натрия, 10% раствор соляной кислоты, ацетат цинка или ацетат меди, пробирки, штативы для пробирок, пипетки, спиртовка.

Ход работы. Опыт № 1. Получение щелочной соли хлорофиллина. Омыление хлорофилла щелочью

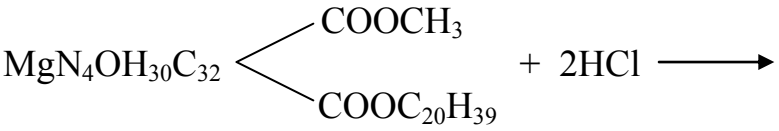
Щелочная соль хлорофиллина, как и хлорофилл, имеет зеленную окраску. В данной работе образование щелочной соли хлорофиллина обнаруживают по признаку лучшей растворимости ее в спирте, чем в бензине: после омыления хлорофилла, находящегося в бензиновом слое вытяжки, соль хлорофиллина, перейдет в спиртовой слой и окрасит его в зеленый цвет.

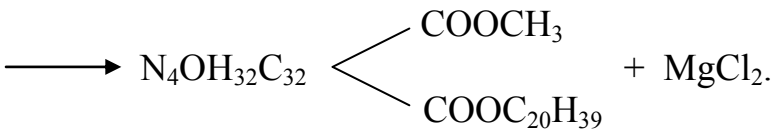
В пробирку с 2-3мл спиртовой вытяжки добавляют 4-5 капель 20% раствора щелочи. Содержимое пробирки хорошо взбалтывают. Затем в эту же пробирку добавляют 2-3мл бензина и 1 каплю воды. Закрывают пробирку пробкой и сильно встряхивают 15-20сек. Дают смеси жидкостей расслоиться и обнаруживают переход продуктов омыления хлорофилла в нижний, спиртовой слой, который будет иметь зеленый цвет.

Сделать рисунок. Записать реакцию омыления хлорофилла, в результате которой происходит отщепление спиртов – метилового и фитолового, а двухосновная кислота хлорофиллин дает соль. Сформулировать вывод.

Опыт № 2. Получение феофитина и металлозамещенного хлорофилла

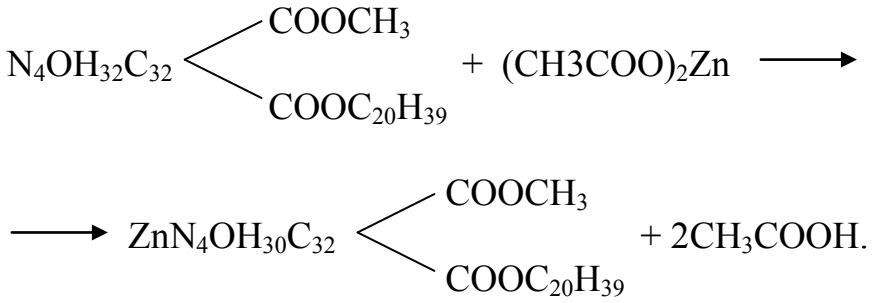
Берут три пробирки. В каждую из пробирок приливают по 2мл спиртовой вытяжки. Одну пробирку с пигментом оставляют для контроля. В двух других получают феофитин. Для этого добавляют в пробирки по 2-3 капли 10% раствора соляной кислоты. При этом окраска вытяжки становится буровато-оливковой – хлорофилл превращается в феофитин:





Одну пробирку с феофитином оставляют для сравнения, а в другой феофитин переводят в металлозамещенный хлорофилл. Для этого в пробирку добавляют 2-3 кристаллика уксуснокислого цинка или меди и слегка

подогревают. Зеленый цвет пигмента восстанавливается, что свидетельствует о восстановлении металлорганической связи в молекуле хлорофилла:



Все пробирки сравнивают по цвету, закрывают пробками, снабжают этикетками и оставляют в штативе на свету. Через неделю сравнивают стойкость хлорофилла и металлозамещенного хлорофилла, сравнивая их цвет.

Зарисовать пробирки с полученными растворами, сделать соответствующие к ним надписи. Записать реакции получения феофитина и металлозамещенного хлорофилла. Сделать выводы.

Контрольные вопросы.

1. Какие химические свойства пигментов Вы знаете?
2. Почему при добавлении щелочи соль хлорофиллиновой кислоты переходит в спиртовую фракцию?
3. Какова будет окраска спиртового и бензинового слоя, если к вытяжке пигментов добавить вдвое больший объем бензина?
4. Какова будет окраска спиртового и бензинового слоя, если к вытяжке пигментов добавить небольшое количество бензина?
5. Как доказать, что окраска хлорофилла зависит от наличия металла в порфириновом ядре его молекулы?

Лабораторная работа № 24.
Оптические свойства пигментов

Материалы и оборудование. Спиртовая вытяжка пигментов зеленого листа (см. лаб. работу № 16), раствор ксантофилла, полученный при разделении пигментов по Краусу (см. лаб. работу № 18), раствор каротина, полученный при разделении пигментов по Краусу или приготовленный из корнеплода свежей моркови, концентрированный раствор пигментов, этиловый спирт, спектроскоп, плоские кюветы, пипетки, цветные карандаши.

Ход работы. Основное свойство хлорофилла – это его способность поглощать световую энергию, причем поглощение света является не сплошным, а избирательным. В этом можно убедиться, пропуская белый свет через раствор хлорофилла, а затем разлагая его при помощи призмы. При этом отдельные участки спектра окажутся поглощенными, и на их

месте будут видны темные полосы. Полученный спектр является спектром поглощения.

Хлорофилл обладает и другим оптическим свойством – флюоресценцией, возникающей при избирательном поглощении световых лучей. При поглощении света часть молекул хлорофилла переходит в энергетически возбужденное состояние, которое является неустойчивым. Переход молекул хлорофилла из возбужденного состояния в основное сопровождается излучением световой энергии. Это явление флюоресценции является признаком оптической активности вещества. Хлорофилл имеет красную флюоресценцию.

В живых листьях содержание хлорофилла может меняться в зависимости от условий произрастания. При недостатке освещения концентрация хлорофилла в листьях обычно повышается, что дает возможность растениям увеличивать количество поглощаемого света.

Полосы поглощения желтых пигментов лежат в сине-фиолетовой части спектра.

Опыт №1. Флюоресценция хлорофилла. В пробирку наливают 4-5мл спиртовой вытяжки пигментов листа, в которой преобладает хлорофилл, и рассматривают ее поочередно в проходящих и отраженных лучах. В первом случае пробирку с вытяжкой располагают между глазом и источником света, а во втором случае – сбоку от источника света. В отраженных лучах будет заметна красная флюоресценция хлорофилла.

Зарисовать окраску спиртовой вытяжки пигментов в проходящих и отраженных лучах света. Сделать вывод.

Опыт №2. Спектры поглощения пигментов листа. Налаживают освещение щели и шкалы спектроскопа, получают четкое изображение полного спектра, совпадающее со шкалой. Затем наливают спиртовой раствор пигментов в кювету и устанавливают его перед щелью спектроскопа. Рассматривают спектр поглощения. Полосы поглощения будут в красной и сине-фиолетовой части спектра. Рассматривают спектры поглощения ксантофилла и каротина.

Раствор каротина можно также получить из корнеплода моркови. Для этого корнеплод моркови натирают на терке, заливают небольшим количеством бензина и через несколько часов кашицу отфильтровывают.

Цветными карандашами зарисовать полный спектр видимого света, спектры поглощения хлорофилла, ксантофилла и каротина. Полосы поглощения на рисунке заштриховать черным карандашом. Сделать выводы.

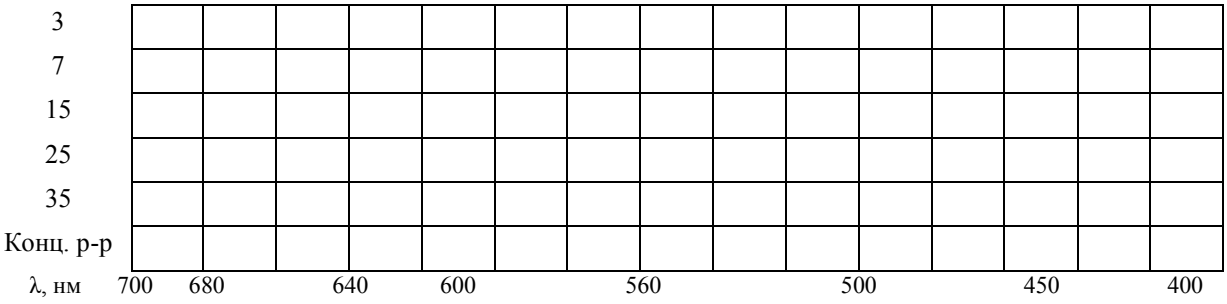
Опыт №3. Получение спектрограммы хлорофилла. Для этой работы заранее готовят очень концентрированный раствор пигментов. Его получают из сухих растертых листьев (лучше крапивы). Растертые листья заливают небольшим количеством этилового спирта. Через 10-15 часов концентрированный раствор пигментов фильтруют через складчатый

фильтр. Раствор должен быть такой концентрацией, чтобы в проходящем свете он имел темно-зеленую окраску.

В пять плоских кювет наливают по 3-5мл чистого этилового спирта. Затем в каждую добавляют по несколько капель концентрированного раствора пигментов, последовательно увеличивая концентрацию. В первую наливают 3 капли, во вторую – 7, в третью – 15, в четвертую – 25 и в пятую – 35 капель. В шестую кювету наливают концентрированный раствор пигментов. Содержимое кювет хорошо перемешивают. С помощью спектроскопа просматривают спектры поглощения хлорофилла.

Зарисовать спектры поглощения хлорофилла, располагая один под другим. С левой стороны спектрограммы против каждого спектра указывают количество капель вытяжки в растворе. На спектрах точно показывают полосы поглощения, заштриховывая их черным карандашом в зоне соответствующих длин волн. Сделать выводы о характере поглощения лучей хлорофиллом в зависимости от концентрации его спиртового раствора.

Спектрограмма хлорофилла



Контрольные вопросы.

1. Почему хлорофилл имеет красную флюоресценцию?
2. Все ли пигменты зеленого листа способны флюоресцировать?
3. Какие особенности химического строения молекулы хлорофилла позволяют поглощать этому пигменту красную и сине-фиолетовую часть спектра?
4. Чем отличаются друг о друга спектры поглощения хлорофилла, ксантофилла и каротина?
5. Почему спектр поглощения хлорофилла зависит от его концентрации?

Лабораторная работа № 25.
Фотосенсибилизирующее действие хлорофилла на реакцию переноса водорода (по Гуревичу)

Материалы и оборудование. Метиловый красный (насыщенный раствор в этиловом спирте), спиртовая вытяжка пигментов листа (см. лаб

работу № 16), аскорбиновая кислота (кристаллическая), этиловый спирт, пипетки, 4 пробирки, штатив для пробирок, черная бумага, электрическая лампа.

Ход работы. Хлорофилл является фотосенсибилизатором, т.е. способен переносить поглощенную энергию солнечного света на хлорофилл-ловушку. Это происходит в естественных условиях, а в искусственных – может переносить водород. Фотосенсибилизирующая роль хлорофилла может быть продемонстрирована в модельных реакциях. Для этого в качестве источника водорода берут аскорбиновую кислоту, а акцептора – метиловый красный, который присоединяя водород, восстанавливается в неокрашенное лейкосоединение. Аскорбиновая кислота окисляется в дегидроаскорбиновую кислоту. Эту реакцию легко наблюдать, поскольку она связана с обесцвечиванием метилового красного; окраска же хлорофилла остается без изменений.

Берут 4 пробирки: в первые три, наливают по 5мл спиртовой вытяжки хлорофилла, в четвертую – 5мл этилового спирта. В первую, вторую, четвертую пробирки вносят по 50мг кристаллической аскорбиновой кислоты и несколько раз хорошо встряхивают растворы. Во все пробирки с хлорофиллом прибавляют по каплям насыщенный спиртовой раствор метилового красного до тех пор, пока зеленая окраска не перейдет в красно-бурую. В четвертой пробирке окраску раствора доводят с помощью индикатора до ярко-розовой. Вторую пробирку закрывают чехлом из черной бумаги, а затем пробирки ставят в штатив и освещают электрической лампой, расположив на расстоянии примерно 15см от штатива на 10-15 минут.

Результаты опыта записать в таблицу. Сформулировать вывод с объяснением результатов опыта в каждой пробирке.

№	Условия опыта	Состав растворов				Результаты
		Хлорофилл, мл	Этиловый спирт, мл	Аскорбиновая кислота, мг	Раствор метилового красного, мл	
1	свет	5	-	50	+	
2	темнота	5	-	50	+	
3	свет	5	-	-	+	
4	свет	-	5	50	+	

Контрольные вопросы.

1. На чем основано фотосенсибилизирующее действие хлорофилла?
2. Сочетание, каких условий и факторов, данного опыта, является доказательством фотосенсибилизирующей активности хлорофилла?

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Башкирский государственный педагогический университет
им. М. Акмуллы»

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Методические указания по проведению практических работ

Уфа 2016

УДК 504.064.2
ББК 20.1я73
О62

Определение физических параметров окружающей среды: методические указания по проведению практических работ. [Текст] /Сост. Ф.Ф. Исхаков, О.В. Тагирова.– Уфа: Изд-во БГПУ, 2016. – 43 с.

Методические указания по проведению практических работ предназначены для студентов направления 05.03.06 в рамках занятий учебных дисциплин «Физическая экология», «Урбоэкология», а также для всех других направлений, реализуемых в БГПУ, где имеется курс экологии.

Содержание

		стр
Методические рекомендации студентам по выполнению практических работ……..….		4
Практическая работа 1.	Определение освещенности**……**	5
Практическая работа 2.	Определение уровня шума**…….**	11
Практическая работа 3.	Измерение магнитного поля**……...**	17
Практическая работа 4.	Измерение радиоактивности**……**	27
Практическая работа5.	Измерение вибрации**……**	32
Практическая работа 6.	Определение относительной влажности воздуха**……..**	37

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ СТУДЕНТАМ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ

Предлагаемые практические работы по определению физических параметров окружающей среды позволяют закрепить на практике те знания, полученные при прослушивании лекционных занятий.

Аттестация каждой практической работы заключается в предоставлении студентом краткого конспекта теоретической части работы преподавателю, с последующей защитой основных положений изучаемого фактора и материалы по практическому выполнению работы. К практической части относится (письменно): краткое содержание выполненной работы, приборное обеспечение и оборудование, методика проведения измерений, результаты измерений при различных условиях, сведенные в таблицы, а также обоснованные выводы по полученным результатам.

Работа может быть аттестована только при выполнении этих условий.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСВЕЩЕННОСТИ

Теоретическая часть

Солнце – колоссальный раскаленный шар, в центре которого происходит освобождение огромного количества энергии в виде солнечного излучения, ничтожная часть которого попадает на нашу планету. Любому организму для жизни нужна энергия. В частности, растения получают ее прямо от Солнца, превращая с помощью хлорофилла в химическую энергию. Из солнечного излучения 42% падающей радиации отражается атмосферой, 15% поглощается толщей атмосферы и только 43% достигает земной поверхности. На 1 $м^2$ обращенной к Солнцу поверхностной площадки в окрестностях Земли ежесекундно поступает 1400 Дж энергии, переносимой солнечным электромагнитным излучением. Эта величина называется солнечной постоянной. Иными словами, плотность потока энергии солнечного света составляет 1,4 $кВт/м^2$.

Свет – излучение, испускаемое нагретым или находящимся в возбужденном состоянии веществом, воспринимаемое человеческим глазом. Свет может рассматриваться как электромагнитная волна, скорость распространения в вакууме которой постоянна, либо как поток фотонов: частиц, обладающих определенной энергией и нулевой массой покоя.

Солнечное излучение, или радиация, всего лишь узкая часть широкого диапазона электромагнитных волн, которые классифицируются в зависимости от длины волн (табл.)

Таблица

Классификация электромагнитных волн в зависимости от длины

γ-лучи	Рентгеновские лучи	Ультрафиолетовые лучи	Видимые лучи	Инфракрасные лучи	Микроволны	Радиоволны
10^{-16}–10^{-14}	10^{-13}–10^{-9}	10^{-8}–10^{-7}	10^{-7}–10^{-6}	10^{-6}–10^{-5}	10^{-4}–10^{-1}	10–10^{5}

Около 9% энергии в солнечном спектре приходится на ультрафиолетовое излучение с длинами волн от 100 до 400 нм (1 нм = 10^{-9}м). Остальная энергия разделена приблизительно поровну между видимой (400–760 нм) и инфракрасной (760–5000 нм) областями спектра.

Человеческий глаз представляет идеальный инструмент улавливания и регистрации волны видимой части спектра – это так называемый *солнечный свет*. Это обусловлено тем, что пик энергии солнечных лучей приходится на эту область и волны видимой части беспрепятственно распространяются в прозрачной для них атмосфере. Поэтому человеческий глаз в процессе эволюции сформировался таким образом, чтобы улавливать и распознавать именно эту часть спектра электромагнитных волн.

Одной из характеристик света является его цвет, который определяется длиной волны. Физические величины, связанные со светом: *световой поток, яркость, освещенность, сила света.*

Световой поток, испускаемый точечным изотропным источником, оцениваемый по световому ощущению, которое она производит на глаз, с силой света равной одной *канделе,* и измеряется в *люменах (лм, lm);* характеризует мощность светового излучения. Люмен – единица измерения светового потока в системе СИ. Один люмен равен световому потоку, испускаемому точечным изотропным источником, с силой света равной одной канделе, в телесный угол, величиной в один стерадиан (1 лм = 1 кд × ср).

Сила света – световой поток, распространяющийся внутри телесного угла, равного 1 стерадиану, измеряется в канделах (кд, cd). Для упрощенных эмпирических расчетов, силу света, излучаемой 1 свечой принимают за 1 канделу (лат. candela – свеча). Кандела – одна из семи основных единиц измерения системы СИ, равна силе света, испускаемого в заданном направлении источником монохроматического излучения частотой 540 х 10^{12} Герц.

Освещенность – поверхностная плотность светового потока; определяется как отношение светового потока, равномерно падающего на освещаемую поверхность, измеряемая в люксах. Люкс (лк, lx) равен освещенности поверхности площадью 1м^2, при световом потоке падающего на нее излучения равном 1 лм.

Яркость – отношение силы света, излучаемого в данном направлении, к площади проекции светящейся поверхности на плоскость, перпендикулярную данному направлению. Яркость – единственная из световых величин, которую глаз воспринимает непосредственно. Она не зависит от расстояния рассматривания. Единицей измерения служит кандела с квадратного метра (кд/м^2).

Максимальное значение освещенности для средней полосы России отмечается в полдень, в 13 часов и составляет: в июне – 74500 лк и декабре – 9800 лк.

Практическая часть

Оборудование: **Люксметр «ТКА - ЛЮКС»**

Определение освещенности: Принцип работы люксметра основан на преобразовании светового потока, создаваемого протяженными объектами, в электрический сигнал, пропорциональный освещенности светового потока (рис.).

На измерительной головке установлен первичный преобразователь излучения – полупроводниковый кремниевый фотодиод с системой

светофильтров, формирующих спектральную чувствительность, соответствующую кривой видности.

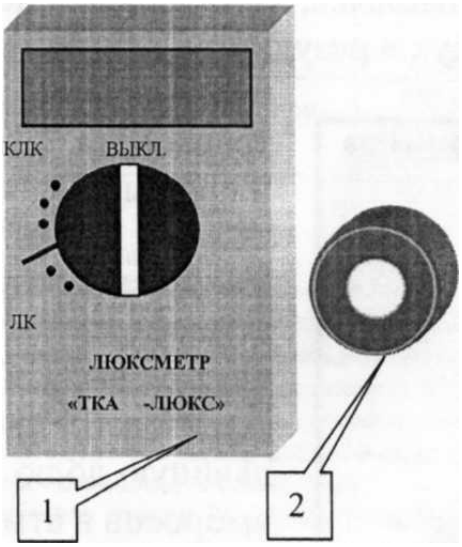


Рис. Внешний вид прибора

1 - блок обработки сигналов, 2 - фотометрическая головка

Установить измерительную головку прибора в месте, где необходимо измерить освещенность. Приемная пластина фотоэлемента должна размещаться на рабочей поверхности в плоскости ее расположения (горизонтальной, вертикальной, наклонной). На фотоэлемент не должны падать случайные тени от человека и оборудования. Если рабочее место затеняется в процессе работы самим работающим, то освещенность следует измерять в реальных условиях. Не допускается установка измерителя на металлические поверхности. При наличии протяженных поверхностей, на каждой из них должно быть выбрано несколько контрольных точек, позволяющих оценить различные условия освещения и получить средние значения освещенности.

Назначение: прибор предназначен для измерения освещенности, создаваемой различными источниками, произвольно пространственно расположенными, в лк. В состав прибора входят: фотометрическая головка и блок обработки сигнала.

Устройство и принцип работы: принцип работы прибора заключается в преобразовании фотоприемным устройством излучения в электрический сигнал с последующей цифровой индикацией числовых значений освещенности в лк.

Конструктивно прибор состоит из фотометрической головки и блока обработки сигналов, связанных между собой многожильным гибким кабелем.

Органы управления режимами работы и жидкокристаллический индикатор расположены на блоке обработки сигналов. Отсчетным

устройством прибора является жидкокристаллический индикатор, на табло которого при измерениях индицируются число от 0 до 1999.

На задней стенке блока обработки сигналов расположена крышка батарейного отсека.

Технические характеристики:

Диапазон измерений освещенности от 1 до 200000 лк.

Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерения освещенности ± 6 %.

Время непрерывной работы прибора не менее 8 ч.

Питание прибора - $9{,}0^{+0{,}6}{}_{.2{,}0}$ В (батарея типа «Крона» ТУ 16-729.060-91).

Ток потребления не более 1,5 мА.

Габаритные размеры прибора, мм, не более:

- измерительного блока не более 155х77х40 мм;
- фотометрической головки не более 0 36х21 мм

Масса прибора с источником питания 0,45 кг.

Средняя наработка на отказ не менее 2000 часов (при Р=0,8).

Условия эксплуатации прибора:

- температура окружающего воздуха от 0°С до 40°С;
- относительная влажность окружающего воздуха до 85% при температуре 25°С;
- атмосферное давление от 84,0 до 106,7 кПа.

Описание и работа прибора

Подготовка к работе: до начала работы с прибором внимательно ознакомьтесь с назначением прибора, его техническими данными и характеристиками, устройством и принципом действия, а также с методикой проведения измерений.

Убедитесь в работоспособности элемента питания. Если при включении прибора в поле индикатора появится символ, индицирующий разряд батареи, то необходимо произвести замену элемента питания.

Порядок работы: включите прибор, повернув переключатель диапазонов.

Определите значение темнового сигнала $\boldsymbol{E_{тс}}$**,%**, при всех положениях переключателя, закрыв входное окно фотометрической головки, плотным ворсистым черным материалом. Измерение темнового тока актуально при работе в диапазонах «0 - 20 лк» и «0 - 200 лк».

Расположите фотометрическую головку прибора параллельно плоскости измеряемого объекта. Проследите за тем, чтобы на окно фотоприемника не падала тень от оператора, производящего измерение, а также тень от временно находящихся посторонних предметов.

Считайте с цифрового индикатора измеренное значение освещенности $\boldsymbol{E_{шм}}$**,%.**

Рассчитайте истинную освещенность ***E***, %, по формуле:

$$E = E_{изм} - E_{тс}$$

В случае появления на индикаторе символа «1», означающего перегрузку по входному сигналу, переключите прибор на следующий диапазон измерения.

Выключите прибор, повернув переключатель в положение ВЫКЛ.

Возможные неисправности и способы их устранения

Неисправность и их внешнее проявление	Возможные причины	Указания по устранению неисправности
При включении прибора не загорается ЖКИ	Разряжен элемент питания	Заменить элемент питания
Отклонение показаний прибора от «0» при закрытом входном окне при положении переключателя 0 - 200 лк больше 5 единиц	Большой темновой ток фотоприемника	Отправить прибор для ремонта на предприятии-изготовителе
При закрытом входном окне на ЖКИ высвечивается «1»	Вышел из строя фотоприемник	Отправить прибор для ремонта на предприятии-изготовителе

Техническое обслуживание

Установка и замена элементов питания: перед вводом прибора в эксплуатацию установите элемент питания (если этого не было сделано на предприятии-изготовителе), входящий в комплект поставки. Для этого необходимо открыть крышку батарейного отсека и установить элемент питания.

Не реже одного раза в год следует производить поверку прибора, при этом дата и место поверки должны быть проставлены в руководстве по эксплуатации прибора.

При пользовании прибором следует оберегать входное окно фотоприёмника от ударов и загрязнений, увеличивающих погрешность измерений.

В случае загрязнения молочного стекла его следует промыть ватой или чистой тряпочкой, слегка смоченной спиртом.

Естественное и искусственное освещение регламентируется нормами СНиП 23-05-95 в зависимости от характера зрительной работы, системы и вида освещения, фона. Искусственное освещение нормируется количественными показателями. Естественное освещение характеризуется тем, что создаваемая освещенность изменяется в зависимости от времени суток, года, метеоусловий. В качестве критерия оценки естественного освещения принята относительная величина – коэффициент естественной

освещенности КЕО, не зависящий от этих параметров. КЕО – это отношение освещенности в данной точке внутри помещения $E_{вн}$ к одновременному значению наружной горизонтальной освещенности $E_{н}$ создаваемой светом полностью открытого небосвода, выраженное в процентах:

$$\mathbf{КЕО = 100 \times E_{вн} / E_{н}}$$

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ УРОВНЯ ШУМА

Теоретическая часть

Шум является одним из неблагоприятных факторов современной человеческой цивилизации (так, по оценке специалистов, излучаемая звуковая мощность всех источников шума возрастает в США на 25% в год). Шум сопутствует прогрессу техники, развитию промышленности, строительства, непосредственно связан с увеличением числа и мощности транспортных средств. В последние годы отмечается непрерывное повышение шумового фона городов, основным источником которого является *транспорт*, на который приходится 60–80% всех шумовых проявлений. Нередко в крупнейших городах уровень шума в часы "пик" достигает 90–95 децибел акустических (дБА). Если принять во внимание, что допустимым является уровень шума в 45–50 дБА, а болевой порог находится где-то между 100 и 140 дБА, то острота проблемы очевидна. При уровне шума 50 дБА у людей возникает нарушение сна, снижается концентрация внимания, а при уровне 65 дБА проявляются *стрессовые реакции*. Мощными источниками шума в пределах урбанизированных территорий является также *железнодорожный* и стремительно развивающийся *авиационный* транспорт, а также метрополитен открытого и полного заложения.

В промышленных городах, особенно там, где ведется интенсивное строительство, значительную роль играет тяжелый грузовой транспорт (до 80–90% всех шумов). На магистралях крупных городов уровень шума достигает 90 дБА. Так, например, в Самаре, Набережных Челнах, эквивалентные уровни звука составляют 70-80 дБА, Новосибирске – 69–82 дБА, Барнауле – 72–80 дБА, Ярославле – 69–79 дБА, Москве – до 85 дБА.

Существенное место в шумовом загрязнении городской среды принадлежит *железнодорожному транспорту*, особенно в пригородах. Интенсивность шума при движении поездов, работе сортировочных станций, компрессоров и другого оборудования предприятий железнодорожного транспорта достигает 90–100 дБА и более, что значительно превышает допустимые уровни и неблагоприятно отражается на здоровье пассажиров, работников транспорта и населения, живущего вблизи от транспортных коммуникаций и предприятий. Только начиная с расстояния 300 м от железнодорожных путей уровень шума приближается к фоновому.

Наиболее интенсивным источником шума является *воздушный транспорт*. Под трассами пролета самолетов на территории жилой застройки создается шум силой до 115 дБА, а на удалении 10 км от трасс – до 95 дБА. Авиационный шум оказывает неблагоприятное воздействие на самочувствие людей в радиусе до 20 км от взлетно-посадочной полосы.

Промышленные предприятия также могут быть источниками весьма сильного шумового загрязнения. Причины шума – различные *механические,*

аэро-, газо-, гидродинамические и электромагнитные нестационарные процессы, характеризуемые переменными величинами (пульсация скорости, вибрации и др.), а также работа машин и механизмов, потоки газов и жидкостей в трубопроводах и аппаратах, электрические и переменные магнитные поля в электрических устройствах. Нередко и в жизни, и в градостроительных проектах промышленные предприятия и другие хозяйственные объекты размещаются в непосредственной близости от жилой застройки, что приводит к превышению нормативных уровней шума, особенно в ночное время. А уровни внешнего шума от предприятий весьма высоки. Так, машиностроительные заводы характеризуются максимальным уровнем шума в 80 дБА, металлургические заводы – 100 дБА, ткацкое производство – 90 дБА, компрессорные станции – 100 дБА, газотурбинные и энергетические установки – 110 дБ А, кузнечно-прессовые цехи – 110 дБА и т.д.

Воздействие шума на живые организмы чрезвычайно опасно. Особенно вреден шум в ночное время. В ряде стран получены статистические данные о росте общей заболеваемости населения в связи с увеличивающимся городским шумом, а также о снижении производительности труда на 15–20%. Установлена определенная роль ночного шума в возникновении гипертонической болезни. Отрицательное влияние на живые организмы оказывает *инфразвук – неслышный звук*, частота излучения которого составляет 16–20 герц, а волны характеризуются большой проникающей способностью. Источниками инфразвука являются некоторые виды производственной деятельности, железнодорожный транспорт, работа двигателей ракет и самолетов и т.д.

Уровень звука зависит от величины атмосферного давления. При нормальных условиях атмосферное давление составляет 1013 мбар, и относительно него происходят колебания звукового давления от источников шума. Эти колебания попадают в ухо человека и преобразуются в сигналы, которые воздействуют на нервную систему человека. Человеческое ухо очень похоже на датчика давления, с огромным динамическим диапазоном. Самый тихий звук, который может услышать человек, создается колебаниями звукового давления 0,0002 мкбар (соответствует 0 дБ), самый громкий (который можно слышать без чувства боли) соответствует уровню давления 635 мкбар (соответствует 130 дБ). Это соответствует различию давления в 3 миллиона раз.

Практическая часть

Оборудование: **Шумомер «teste- 816»**

Основные принципы в измерении: давление и звук

teste- 816 является шумомером 2 класса с диапазонами измерения звука 30-80 Дб, 50-100 Дб и 80-130 Дб, автоматическим переключением

диапазонов, двумя режимами усреднения по времени, двумя режимами частотной коррекции, функцией определения минимального и максимального значений, подсветкой дисплея и креплением для штатива (рис.).

Прибор предназначен для измерения уровня шума в жилых помещениях и производственных помещениях, а также, вне помещений.

testo 816 используется для определения источников шума в местах нахождения людей, при исследовании и испытании механизмов и автомобилей (в т.ч. для официального контроля уровня шума).

При использовании калибратора (аксессуар), шумомер может быть рекалиброван (при этом, используется специальная отвертка (в комплекте).

Подготовка к работе:

- *подключение батареи:*
  - откройте отсек для батареи на задней панели прибора;
  - вставьте батарею 9В с соблюдением полярности;
  - закройте отсек для батареи.
- *работа:*
  - *включение/отключение прибора*: нажмите кнопку:
  - ненадолго высвечиваются все сегменты индикатора и шумомер;
  - включается в режим измерений (измерительный диапазон 50…100 Дб).
- *выключение прибора:* нажмите кнопку.

Работа с прибором

Установка усреднения по времени: время усреднения измерения устанавливается нажатием кнопки: FAST/SLOW.

SLOW/FAST:

Доступны временные характеристики с временной константой 1сек. - "SLOW "(медленно) или 125 мсек. - "Fast" (быстро). Поступающие звуковые сигналы интегрируются во временной период, соответственно, 1 сек или 125 мсек. При включении режима "Fast" частота обновления отображаемого значения увеличивается приблизительно до 5-6 измерений в минуту.

Режим временного усреднения "Slow" выбирается для шумов, сигналы которых изменяются медленно, шумы автомобилей, копиров, принтеров и т.д. Выбирайте режим "Fast" для измерения резко меняющихся уровней шумов (например, от строительной техники).

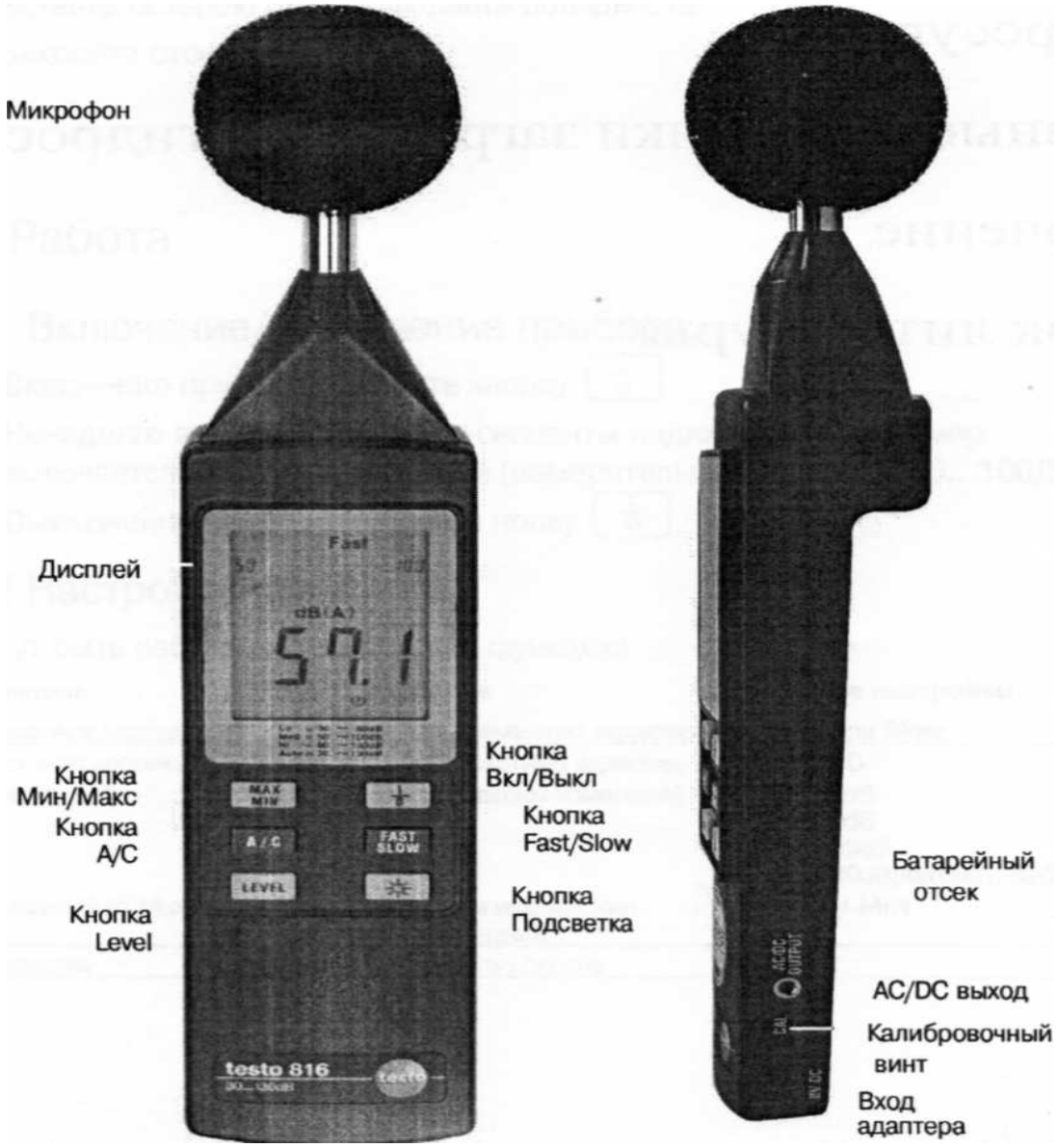


Рис. Внешний вид шумомера «teste- 816»

Установка частотной коррекции

Частотная коррекция устанавливается кнопкой A/C:

A/C:

Доступны два вида частотной коррекции: "A" и "C".

Частотная коррекция "A" используется для стандартных измерений звука. Данный вид коррекции соответствует чувствительности человеческого уха к звуковому давлению. Когда необходимо оценить уровень звука в высокочастотном диапазоне, используется частотная коррекция "C". В подавляющем большинстве практических измерений необходимо использовать частотную коррекцию типа "A" . Если значения измерений в режиме C постоянно выше значений в режиме A, то уровень высокочастотного шума очень высок.

Установка диапазона измерений: производится при помощи кнопки **Level** (диапазон измерения).

Level (диапазон измерения):

Шумомер testo 816 предназначен для использования в диапазоне 30 -130 Дб. Поддиапазоны 30-80, 50-100 и 80-130 Дб могут быть выбраны пользователем как вручную, так и в режиме автоматическом режиме. При первом включении, в шумомере по умолчанию устанавливается диапазон 50-100 Дб. Диапазон измерений переключается каждый раз при нажатии на кнопку "LEVEL" в следующей последовательности: 50-100Дб --->80 - 130Д6 ---->Auto range(автоматический выбор). Пользователь может переключиться из автоматического режима в диапазон 30 - 80 Дб.

MAX/MIN - Hold функция

Использовать кнопку *MAX/MIN*

Режим "Max" отображается на дисплее и включается при однократном нажатии кнопки "Max/Min". В этом режиме шумомер отображает максимальный уровень звука, измеренного с момента включения данного режима. При повторном нажатии кнопки "Max/Min" прибор переключается в режим "Min". В этом режиме показания на дисплее изменяются, только если измеряемый уровень звука ниже уже зафиксированного на дисплее.

Если кнопку Max/Min нажать еще раз, на дисплее загорается символ "Max/ Min". В этом режиме отображается текущее значение измеренного звука, а максимальный и минимальный уровни сохраняются в памяти прибора. Чтобы выйти из режима измерения максимального и минимального уровней, кнопка "Max/Min" должна быть нажата в течении не менее 2 секунд.

- Режим "Max/ Min" автоматически выключается при активации кнопок " Level", "Fast/Slow", или "A/C".

Измерения

Звуковые волны могут отражаться от стен, потолков и других объектов. Неправильное расположение шумомера и пользователя являются факторами, которые вносят помехи в звуковое поле и могут привести к неправильным результатам измерений!

Как избежать ошибок при измерениях: некорректное расположение шумомера по отношению к пользователю может внести существенную ошибку в результаты измерений. Это может произойти из-за эффектов отражения и экранирования.

Экспериментально полученные данные говорят, что при небольших расстояниях от пользователя до шумомера, например, менее одного метра возможна ошибка измерения до 6 Дб на частоте 400 Гц. На других частотах ошибка измерения будет меньше, но пользователь должен твердо

придерживаться правил измерения. В процессе измерений пользователь должен направлять прибор на источник звука и максимально удалить его от тела (минимум на 30 см., лучше на 50 см.).

- ***По возможности, использовать штатив***

Измерения:

1. включить прибор;
2. установить тип временной характеристики ("FAST/SLOW");
3. установите тип частотной коррекции ("A/C");
4. установить диапазон измерений ("Level");
5. установить микрофон в точку измерений и направьте его на источник звука;
6. сохранить максимальное и минимальное значения с помощью кнопки "Max/Min".

Зависимость от значения абсолютного давления

По умолчанию teste 816 откалиброван на высоте 0 м над уровнем моря. Измерения на других высотах добавляют ошибку, которая может быть корректирована с помощью таблицы (см. технические данные). Необходимо вычесть значение ошибки из измеренного значения (например, 0,1 Дб на высоте 500 м над уровнем моря). Также ошибки можно избежать, откалибровав прибор на нужной высоте.

Ветрозащита

Обычно дополнительная ветрозащита должна применяться во время измерений вне помещений и при повышенном движении воздуха в помещении.

Шумы от ветра в микрофоне становятся причиной ошибок, т.к. измеряемый сигнал (от источника звука) и шумы от ветра суммируются.

Перегрузка и недостаточный уровень сигнала

При каждом измерительном цикле шумомер проверяет, не выходит ли измеряемый уровень звука за пределы установленного диапазона измерений. Отклонения отображаются на дисплее надписями "Over" и "Uner". При этом, критерии для перегрузки "Over" и "Under" различны. Индикация перегрузки включается, если пиковый уровень (мгновенное максимальное значение) за время последнего измерительного цикла был слишком высоким. Это значение может быть значительно выше, чем среднеквадратичное значение, отображаемое на дисплее. Поэтому могут быть случаи включения индикации "Over", когда индицируемый уровень звука находится в пределах области, соответствующей выбранному диапазону измерения. Критерий индикации "Under", наоборот, привязан к измеряемому среднеквадратичному значению, и поэтому, включается, когда оно опускается до нижнего предела измерений.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 3. ИЗМЕРЕНИЕ МАГНИТНОГО ПОЛЯ

Теоретическая часть

Электромагнитное загрязнение возникает в результате изменения свойств среды и значительного (порой в сотни раз) превышения интенсивности излучения антропогенных источников относительно природного фонового излучения. Любые перемещения электронов или ионов сопровождаются возникновением *электромагнитных полей (ЭМП).*

Особенно важное значение оно приобретает в связи с интенсивным развитием электронных систем управления, работа которых может быть серьезно дезорганизована.

Присутствующие во внешней среде ЭМП имеют *естественное* и *техногенное* происхождение. Основными источниками естественных ЭМП являются Солнце и сама Земля. Также в окружающей среде могут присутствовать поля биологического происхождения, имеющие малую интенсивность, но большую информативность для живых организмов.

Существенная особенность искусственных источников электромагнитного загрязнения биосферы в отличие от природных – высокая когерентность (частотная и фазовая стабильность) и большая интенсивность излучения в тех или иных областях частотного спектра.

Эффект биологического действия зависит от количества поглощенной энергии, частоты и геометрических размеров поглощающего объекта. В диапазоне сверхвысоких частот (СВЧ) поглощается 40—50% падающей энергии (остальное отражается), глубина проникновения в биологические ткани равна примерно 1/10 длины волны.

Электромагнитное поле распространяется в окружающей среде со скоростью, приближающейся к скорости света (в вакууме – с равной) и характеризуется напряженностью электрической и магнитной составляющих.

Магнитное поле постоянных токов описывается при помощи таких величин, как напряженность поля и *индукция*. Обе эти величины являются векторными и обозначаются буквами *H* и *B*. *Напряженность магнитного поля* измеряется в амперах на метр (А/м), а *индукция* – в теслах (Т).

Область существования поля, если имеется источник поля (например, электрический заряд), неограниченна. Однако на больших расстояниях от источника интенсивность поля может быть так мала, что ее невозможно зарегистрировать никаким известным способом. Тогда говорят, что в данной области поля нет.

Жизнедеятельность организмов связана с кровообращением и обменом веществ с участием физиологических растворов. Разности потенциалов возникают между различными участками тканей. Причин этому много – это и различная подвижность ионов в разных жидкостях (диффузная разность потенциалов), и контактные процессы на границах разнородных тканей

(контактная разность потенциалов), и неодинаковая растворимость разных типов ионов (фазовая разность потенциалов).

Электрическую природу имеют и нервные импульсы. За счет этого фактически все жизненные процессы дублируются на электромагнитном уровне, причем со специфическими для них характеристиками частоты и интенсивности ЭМП. Внутренние ЭМП могут изменяться внешним электромагнитным воздействием, приводя к нарушениям важных жизненных процессов. Например, ЭМП с плотностью потока 1 мВт/см^2 вызывают четко выраженное изменение биоэлектрической активности мозга практически у всех людей. Поля СВЧ обладают ярко выраженным тепловым воздействием на организмы. В связи с этим и возникает проблема нормирования электромагнитного воздействия на территории населенных мест.

Для оценки биологического воздействия ЭМП различают зону *индукции* (ближнюю) и *зону излучения* (дальнюю). Зона индукции расположена от источника на расстоянии, равном 1/6 длины волны. В ней магнитная составляющая напряженности поля выражена слабо, поэтому ее действие на организм незначительно. В дальней зоне проявляется эффект обеих составляющих поля.

Источниками антропогенных ЭМП являются практически все устройства, генерирующие, передающие и использующие электрическую энергию, начиная от атомных электростанций и кончая бытовыми электроприборами (табл.).

Таблица

Характеристики источников электромагнитного излучения и усредненные предельно допустимые уровни воздействия от них

Источник ЭМП	Объект воздей-ствия	Напряжен-ность электрнчес-кого поля, В/м	Напряжен-ность магнитного поля. А/м	Частота, Гц	Безопасное расстояние от источника, м
ЛЭП (330 кВ)	жилая застройка	1000	2,5	0-3000	200
Мониторе электронно-лучевой трубкой	человек	25	0,25	5-2000	0,5
Телевизор	человек	100	0,25	5-2000	1,2
Стиральная машина	человек	100	0,25	50	0,2
Холодильник	человек	100	0,05	50	0,1
Пылесос	человек	16	0,25	50	0,05

Мощные антропогенные источники электромагнитного излучения – современные линии электропередач (ЛЭП) с открытыми распределительными устройствами, телерадиоцентр и ретрансляторы, радиолокаторы, радиотехническое и радиотрансляционное оборудование систем управления воздушным движением, навигацией и посадкой в

авиации, объекты систем противовоздушной обороны, а также другие гражданские и военные устройства и объекты.

Основными источниками низкочастотных электромагнитных колебаний являются воздушные линии электропередач, электротранспорт и системы транспортных средств (электрооборудования, зажигания, управления, навигации). ЭМП высокой частоты используются во многих отраслях промышленности, например - в металлургии для плавления металлов в индукционных печах, в машиностроении для термообработки. Диапазон волн порядка десятков метров (20 – 60 МГц) применяется в технологии обработки различных пластмасс, для нагрева, сварки и т.д. Измерения показывают возможность существования полей вблизи таких установок с напряженностью порядка долей киловатт на метр. Электромагнитную УВЧ - и СВЧ - энергию излучают передающие радиотехнические объекты (РТО), к которым относятся передающие радиоцентры, телевизионные центры и ретрансляторы, станции радиотелефонной и спутниковой связи, радиолокационные станции (РЛС). В радиотехнике широко используется диапазон частот от десятков до сотен килогерц. Крупные радиостанции, работающие на частотах десятки килогерц, имеют излучение мощностью до нескольких сотен киловатт. Вблизи антенны (на границе волновой зоны) напряженности составляют доли ампера на метр и киловатт на метр. На территории самой антенны эти цифры увеличиваются на порядок.

Персональные компьютеры являются источником электромагнитных излучений в широком диапазоне частот. Вблизи персональных компьютеров ЭМП нормируется в диапазоне до 400 кГц.

Неионизирующие излучения поглощаются биологическими системами; при этом электромагнитная энергия трансформируется в кинетическую, вызывая общий нагрев тканей по всей глубине проникновения внутрь организма. Если количество поступающей энергии превышает допустимое количество энергии, которое может быть отведено механизмом терморегуляции теплокровных животных, то ее избыток вызывает постепенное повышение температуры тела. Это сначала ведет к нарушению функционирования соответствующих органов, а в предельном случае возникают очаги локального распада биологических тканей. Тепловые процессы, происходят при воздействии электромагнитных полей на биологические ткани, используют при создании современных бытовых СВЧ-печей.

Помимо термического действия, переменные электромагнитные поля оказывают и сложное биологическое действия в значительной степени зависящее от частоты колебаний: с повышением частоты (уменьшением длины волны) биологическое действие становится более выраженным.

Наиболее высока чувствительность организмов к многократным воздействиям электромагнитных полей, когда начинает проявляться кумулятивный эффект; реакция возникает в результате ряда действий, каждое из которых самостоятельно не вызывает реакции. Такие суммарные

эффекты наблюдаются и при длительном непрерывном воздействии электромагнитных излучений.

Электромагнитные излучения создают периодически меняющиеся в пространстве, электромагнитные поля, в которых переменное электрическое и магнитное поле тесно взаимосвязаны. Электромагнитные поля практически перекрывают все урбанизированные территории. С каждым годом по мере развития радиоэлектроники, роста энерговооруженности, увеличения "плотности" электротехнических и электронных агрегатов в пределах урбанизированных территорий негативное воздействие электромагнитных излучений на среду, и в том числе на человека, становится все более сильным.

Источники электромагнитного "загрязнения" по их виду условно можно подразделить на *точечные* (радиостанции, телецентры), *узловые* (электролинейные станции, промышленные установки, системы радиообеспечения крупных аэропортов и др.) и *линейные* (линии электропередач, электрифицированные линии железной дороги и т.д.).

В местах размещения радиопередающих станций и других объектов интенсивность электромагнитных полей меняется в зависимости от мощности объекта, конструктивных особенностей антенных систем, высоковольтных линий электропередачи, характера размещения их над уровнем земной поверхности, рельефа местности, растительного покрова, наличия искусственных препятствий и т.д.

В пределах территорий, находящихся под воздействием электромагнитного излучения линий электропередач (особенно высокого и сверхвысокого напряжения – 500, 750, 1150 кВ), создаются опасные зоны, в которых осложняется работа механизмов и машин, нарушается протекание биологических процессов. При высоких значениях параметров силы тока (более 1А) и длительном его воздействии, почвогрунты уплотняются и превращаются в предельных ситуациях в сплошную монолитную массу, деформируются клетки в почвенных микроорганизмах, приостанавливается их размножение, замедляются биохимические процессы. Поэтому чрезвычайно важным является устройство специальных зон вдоль линий электропередач: соблюдение специального режима сельскохозяйственных и лесохозяйственных работ в зонах влияния линий электропередач (возделывание нетрудоемких культур, минимальное применение механизмов и машин, укороченный рабочий день и т.д.).

При комбинированном воздействии электромагнитных полей и других неблагоприятных физических факторов (шум, тепловое воздействие) отмечается снижение приспособляемости организма человека к ним.

Практическая часть

Оборудование: **Измеритель магнитного поля ИМП - 05**

Назначение: измеритель магнитного поля ИМП-05, (далее прибор) предназначен для изотропного измерения магнитной индукции (плотности магнитного потока) переменных магнитных полей при аттестации рабочих мест по условиям труда, при производственном контроле, при гигиенической оценке безопасности производственного оборудования и бытовой техники, безопасности производственных зон и рабочих мест, селитебных территорий, жилых и производственных помещений (рис).

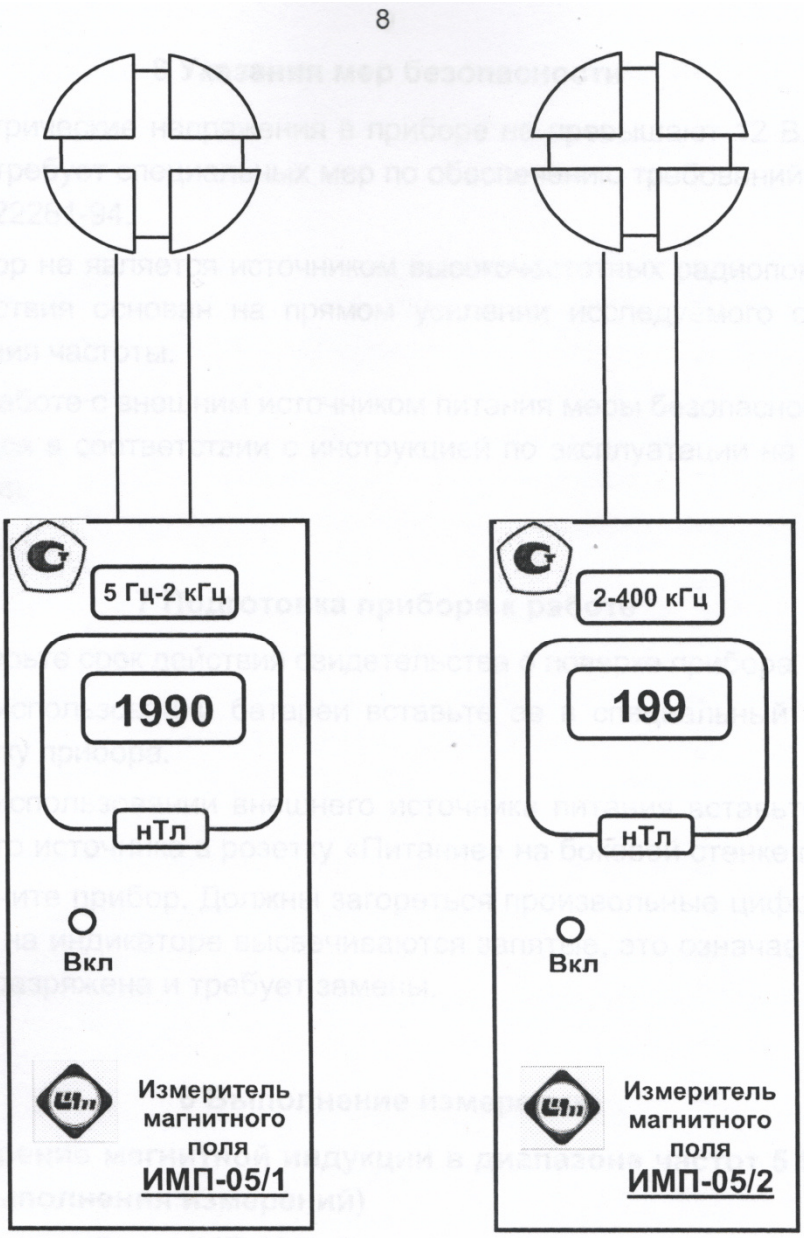


Рис. Внешний вид блоков прибора

Прибор является измерителем ненаправленного приема и соответствует общим техническим требованиям ГОСТ Р 51070-97 на измерители напряженности электрических и магнитных полей, предназначенные для контроля норм по электромагнитной безопасности в области охраны природы, безопасности труда и населения.

Основное назначение прибора - контроль магнитных полей, создаваемых техническими средствами и измеряемых по:

СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 "Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы";

- СанПиН 2.2.2/2.4.2620-10 «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работ» (Изменения № 2 к СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03);
- СП 1.1.1058-01 "Организация и проведение производственного контроля за соблюдением санитарных правил и выполнением санитарно-противоэпидемиологических (профилактических) мероприятий";
- СП 2.2.2.1327-03 "Гигиенические требования к организации технологических процессов, производственному оборудованию и рабочему инструменту";
- ГОСТ Р 50923-96 "Дисплеи. Рабочее место оператора. Общие эргономические требования и требования к производственной среде. Методы измерения";
- ГОСТ Р 50949-2001 "Средства отображения информации индивидуального пользования. Методы измерений и оценки эргономических параметров и параметров безопасности".

В пределах своих технических характеристик прибор может использоваться для измерения магнитных полей независимо от природы их возникновения, в том числе при контроле по СанПиН 2.2.4.1191-03 "Электромагнитные поля в производственных условиях" и СанПиН 2.1.2.2645-10 "Санитарно-эпидемиологические требования к условиям проживания в жилых зданиях и помещениях".

Прибор осуществляет прямые измерения магнитной индукции в реальном масштабе времени. Соответственно он может быть использован для электромагнитного мониторинга, контроля пространственного распределения полей и динамики изменения этих полей во времени.

Прибор может работать в производственных помещениях при следующих климатических условиях:

- температура окружающего воздуха + 10°С ... + 35°С;
- атмосферное давление 84 кПа ... 107 кПа;
- относительная влажность воздуха, не более 80 % при + 25°С.

Основные технические данные

Измеритель магнитного поля ИМП-05 состоит из двух блоков, работающих в следующих диапазонах частот:

- ИМП-05/15 Гц…2000 Гц «Полоса 1»
- ИМП-05/22 кГц…400 Гц «Полоса 2»

Диапазон измеряемых значений магнитной индукции:

- в полосе 1 70 нТл ... 1990 нТл (0,054 А/м ...1,54 А/м);
- в полосе 2 7 нТл ... 199 нТл (0,0054 А/м ...0,154 А/м).

Основная относительная погрешность измерения магнитной индукции в нормальных климатических условиях:

- не более 20 % при измеряемых значениях свыше 150 нТл и до 1990 нТл в полосе 1 и свыше 15 нТл до 199 нТл в полосе 2;
- не более 30 % при измеряемых значениях от 70 нТл до 150 нТл в полосе 1 и от 7 нТл до 15 нТл в полосе 2.

Ослабление сигналов на граничных частотах рабочих диапазонов частот:

- на частоте 5 Гц 1,5 дБ ... 4,5 дБ;
- на частотах 2 кГц и 400 кГц 2 дБ ... 4 дБ.

В приборе предусмотрена возможность питания как от внешнего сетевого источника питания, так и от батарей (аккумуляторов).

Напряжение питания постоянного тока блока прибора +7,5 В ... +10 В, ток потребления не более 50 мА. Пульсации напряжения внешнего источника питания должны быть не более 100 мВ.

Прибор допускает непрерывную работу не менее 8 ч.

Мощность, потребляемая каждым блоком, не более 0,6 Вт.

Прибор обеспечивает свои технические и метрологические характеристики в пределах установленных норм по истечении времени установления рабочего режима, равного 30 с.

Масса каждого из блоков прибора не более 0,6 кг.

Состав прибора

Наименование	Обозначение	Кол-во	Диапазон частот
Блок ИМП-05/1	ПАЭМ.411173.001-01	1 шт.	5 Гц ... 2000 Гц
Блок ИМП-05/2	ПАЭМ.411173.001-02	1 шт.	2 кГц ... 400 КГц

Устройство и принцип работы прибора: переменное магнитное поле, создаваемое техническим средством, наводит в трех ортогонально расположенных катушках антенны прибора переменные напряжения, пропорциональные трем ортогональным составляющим вектора магнитной индукции. В тракте обработки принятые сигналы усиливаются, проходят через полосовые фильтры и детектируются. Далее в тракте обработки вычисляется значение магнитной индукции, равное корню квадратному из суммы квадратов трех ее ортогональных составляющих. Вычисленное значение индицируется на жидкокристаллическом цифровом индикаторе, проградуированном в единицах плотности магнитного потока (нТл).

*Конструкция: к*аждый из двух блоков ИМП-05/1 и ИМП-05/2 имеет пластмассовый корпус с изотропной антенной, вынесенной за пределы

корпуса. Антенна состоит из трех ортогонально расположенных катушек, размещенных в пазах шарового каркаса.

Электропитание блоков измерителя может осуществляться как от аккумуляторов или батарей, так и от внешнего источника постоянного тока. Для размещения батарей питания под задней крышкой корпуса каждого блока имеется соответствующий отсек, а для подключения внешнего источника питания - разъем на боковой стенке.

Органы управления: на лицевой панели блоков прибора расположены (см. рис):

- кнопка включения питания "Вкл";
- цифровой жидкокристаллический индикатор: четырехзначный в ИМП-05/1 и трехзначный в ИМП-05/2.

Общие указания по эксплуатации

До начала работы с прибором необходимо ознакомиться с настоящим руководством по эксплуатации.

При измерении блок должен размещаться таким образом, чтобы антенна была расположена в выбранной (измеряемой) точке пространства.

При считывании с цифрового индикатора результатов измерения следует учитывать, что инерционность установления показаний составляет около 5 с.

Измерения можно выполнять через 30 с после включения прибора.

Максимальное показание индикатора блока ИМП-05/1 1990 нТл. Максимальное показание индикатора блока ИМП-05/2 199 нТл.

Если величина индукции магнитного поля превышает указанные значения, на индикаторе блока ИМП-05/1 горит "1" в старшем разряде и "0" в младшем разряде, а на индикаторе блока ИМП-05/2 горит "1" в старшем разряде. Остальные цифры при этом гаснут.

Для измерения магнитного поля в диапазоне частот 5 Гц...2 кГц с вырезанной полосой частот 45 Гц ... 55 Гц, необходимо установить движок переключателя, находящегося на правой боковой панели измерительного блока ИМП-05/1 в положение, ближнее к антенне (только для прибора со встроенным режекторным фильтром).

После окончания измерений выключите блок выключателем на передней панели. При питании от сети отключите внешний источник питания. При длительном (более 5 дней) перерыве в работе удалите из прибора батарею питания и храните ее отдельно.

Подготовка прибора к работе

Проверьте срок действия свидетельства о поверке прибора.

При использовании батареи вставьте ее в специальный отсек, сняв заднюю крышку прибора.

При использовании внешнего источника питания вставьте вилку кабеля внешнего источника в розетку «Питание» на боковой стенке прибора.

Включите прибор. Должны загореться произвольные цифры на индикаторе. Если на индикаторе высвечиваются запятые, это означает, что батарея питания разряжена и требует замены.

Выполнение (процедура) измерений

- Измерение магнитной индукции в диапазоне ***частот 5 Гц ... 2 кГц***

  - возьмите блок ИМП-05/1. Включите прибор.

  - установите блок так, чтобы центр его антенны находился в выбранной (измеряемой) точке пространства;

  - на индикаторе прибора отобразится значение вектора измеряемого параметра, считайте измеренное значение.

- Измерение магнитной индукции в диапазоне ***частот 2 кГц ... 400 кГц***

  - возьмите блок ИМП-05/2, включите прибор;

  - установите блок так, чтобы центр его антенны находился в выбранной (измеряемой) точке пространства;

  - на индикаторе прибора отобразится значение вектора измеряемого параметра, считайте измеренное значение.

Техническое обслуживание прибора включает:

- содержание прибора в чистоте;
- предохранение прибора (в особенности антенн) от повреждений;
- своевременную замену батареи питания или подзарядку аккумулятора.

Возможные неисправности и способы их устранения

Характерная неисправность	Вероятная причина	Методы устранения
При включении прибора не загорается индикаторное табло	отсутствует или разрядилась батарея	установите или замените батарею
	не подсоединен внешний источник питания	проверьте подключение
При подсоединении кабеля внешнего источника питания прибор не включается питания	обрыв кабеля внешнего источника питания	восстановите кабель
	неисправность внешнего источника питания	замените источник питания
При включении прибора на индикаторе одновременно с цифрами высвечиваются все запятые	недостаточное напряжение батареи или источника питания	замените батарею или источник питания

Указания мер безопасности

Электрические напряжения в приборе не превышают 12 В, соответственно, он не требует специальных мер по обеспечению требований безопасности по ГОСТ 22261-94.

Прибор не является источником высокочастотных радиопомех, т.к. его принцип действия основан на прямом усилении исследуемого сигнала без преобразования частоты.

При работе с внешним источником питания меры безопасности должны обеспечиваться в соответствии с инструкцией по эксплуатации на данный источник питания.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 4. ИЗМЕРЕНИЕ РАДИОАКТИВНОСТИ

Теоретическая часть

Радиоактивное загрязнение окружающей среды характеризуется увеличением естественного радиоактивного фона в результате использования человеком естественных и искусственных радиоактивных веществ. Значительное увеличение радиоактивного фона на Земле наблюдается в последние десятилетия. Причиной этого явились экспериментальные ядерные взрывы, работа ядерных реакторов, использование радиоактивных изотопов, добыча урановой руды, складирование радиоактивных отходов, производство и применение большого количества калийных удобрений, а в последние годы и последствия катастрофы на Чернобыльской АЭС (Украина), АЭС Фукусимо-1 (Япония).

Основную часть облучения население земного шара получает от естественных источников радиации. Большинство из них таковы, что избежать облучения от них совершенно невозможно. Человек подвергается облучению двумя способами. Радиоактивные вещества могут находиться вне организма и облучать его снаружи (внешнее облучение). В случае если радиоактивные вещества оказываются в воздухе, в пище или в воде они могут попасть внутрь организма человека. Такой способ облучения называют внутренним.

Основными видами ионизирующих излучений, с которыми встречаются в настоящее время организмы являются альфа, бета-частицы, гамма-кванты, рентгеновское излучение.

Продукты радиоактивного распада могут находиться в стратосфере от 3 до 9 лет, в тропосфере – около 3 месяцев, основная масса радиоактивных веществ поступает из атмосферы на землю с атмосферными осадками и в основном концентрируется в верхнем слое почвы толщиной 15 см.

Радиоактивные вещества переносятся воздушными потоками и водными течениями, животными и особенно птицами и рыбами. Животные организмы способны поглощать из среды обитания радиоизотопы и избирательно концентрировать их во внутренних органах. При этом радиоактивность живых организмов во много раз превышает радиоактивность среды их обитания. Так, например, радиоактивность планктонных обитателей в 50 тыс. раз выше, чем воды, в которой они живут, а концентрация радиоактивного фосфора у пресноводных рыб в 20–30 раз выше, а у водоплавающих птиц в 50 раз выше, чем в водоеме.

Наиболее острой современной проблемой, связанной с радиоактивным загрязнением окружающей среды, является эксплуатация *атомных электростанций* (АЭС). Радиационная опасность размещения АЭС в системах расселения в непосредственной близости от городов связана с двумя главными факторами – аварийной опасностью и ликвидацией

радиоактивных отходов. До Чернобыльской катастрофы второму фактору придавалось значительно большее значение, чем первому, и не только из-за сложности организовать безопасное захоронение радиоактивных отходов, но и из-за трудностей их перевозки. Возможность аварий на АЭС допускалась (а они имели место, как, например, авария на АЭС "Три Май Айлэнд" в США), но по мере того, как атомная энергетика все более развивалась и число АЭС во всем мире быстро увеличивалось, сознательно преуменьшалась проблема ликвидации радиоактивных отходов.

26 апреля 1986 г. произошла самая крупная и тяжелая за всю мировую историю использования атомной энергии Чернобыльская авария, которая по долгосрочным биосферным последствиям является одной из самых масштабных глобальных катастроф современности, а для нашей страны и других стран СНГ подлинным национальным бедствием. Катастрофа поражает своими масштабами – полностью загрязнена территория, равная Бельгии или Нидерландам, два с половиной миллиона человек оказались в зоне радиоактивного загрязнения. Самое страшное, что последствия Чернобыльской катастрофы будут ощущаться вечно, а жить в пределах зараженной радионуклидами территории можно будет лет через 300, не ранее.

Ведомства по использованию атомной энергии в мирных целях всячески пропагандировали экологическую "чистоту" атомной энергетики, доказывая возможность строительства ядерных реакторов в крупных городах, их пригородных зонах. Разрабатывались проекты атомных котельных, общественности внушалась мысль о необходимости пространственной интеграции атомной энергетики с урбанизированными территориями, о безопасности ее тесного соседства с очагами цивилизации и городской культуры. Справедливости ради надо сказать, что в градостроительстве подобное мнение о "безвредности" ядерной энергетики чаще всего сочувствия не встречало. Тем не менее, АЭС достаточно активно строились и места их размещения, как правило, со специалистами-градостроителями никто не согласовывал. Так была построена Ростовская (Цимлянская) АЭС на просадочных лессовидных суглинках, Армянская АЭС на тектоническом разломе, начато строительство Крымской АЭС на Арбатской стрелке в Крыму в зоне значительной сейсмической активности и т.д.

Горные породы являются одним из естественных источников **радиационного облучения** жителей городов. От содержания в породах радионуклидов радия, тория и калия зависит как внешнее, так и внутреннее облучение людей. Внутреннее облучение в наибольшей степени связано с поступлением через органы дыхания газа **радона,** который является продуктом радиоактивного превращения радия – 226. Этот газ обладает способностью эмалировать из пород, проникать через отверстия в полу и стенах, через стыки элементов конструкций в помещения и накапливаться на первых этажах зданий.

Особенно высокие содержания радия могут быть в некоторых разновидностях гранитов и из осадочных пород – в глинистых сланцах, обогащенных органическим веществом. В зонах тектонических разломов пород выделение радона происходит более интенсивно.

Во всем мире принята единица мощности эффективной дозы (то, что в обиходе называют «уровнем радиации») – микрозиверт в час (мкЗв/ч). Природный фон составляет доли мкЗв/ч. Можно встретить устаревшую единицу микрорентген в час (мкР/ч). Примерно 1 мкЗв/ч = 100 мкР/ч. Что касается вопросов безопасности, то «Нормы радиационной безопасности-99/2009» дают следующий предел для населения: природный фон + 0,2 мкЗв/ч. В России есть места, где природный радиационный фон повышен (например, горный Алтай). Поэтому в качестве ориентира можно использовать 0,6 мкЗв/ч (60 мкР/ч). Ниже этого уровня оснований для беспокойства нет.

Практическая часть

Оборудование: **Детектор-индикатор радиоактивности «Эколог-плюс»**

Детектор-индикатор предназначен для оперативного дозиметрического контроля путем обнаружения и оценки радиационного загрязнения радиоактивными веществами продуктов питания, строительных материалов, одежды, автомобилей, мебели, любых бытовых предметов, помещений и т.д.

Прибор радиационного контроля позволяет проводить измерения уровня радиации на улице и в помещении, при свете и в темноте.

Индивидуальный дозиметр радиометр рекомендован для использования широким кругом населения как в бытовых условиях, так и на производствах с источниками ионизирующего излучения, так как его удобно носить в руке, кармане одежды или в сумочке, и он не требует обучения для работы с ним (рис).

Основные характеристики и возможности:

- регистрация рентгеновского, гамма-излучения и жесткого бета-излучения при помощи газоразрядного счетчика Гейгера-Мюллера СБМ-20;
- диапазон показаний уровня мощности дозы: от 0 до 1000 мкР/ч;
- время замера показаний: 30 сек;
- цифровая и звуковая индикация счета на экране;
- звуковая и текстовая сигнализация «!ОПАСНО!» на экране;
- устанавливаемые пороги звуковой сигнализации о превышении: 30 мкР/ч; 60 мкР/ч, 120 мкР/ч, 250 мкР/ч;
- время непрерывной работы: не менее 180 часов;
- текстовая сигнализация разряда батареи питания «БАТАРЕЯ?» на экране;

- автоматический подсчет среднего значения мощности дозы
- подсветка экрана;
- отключения звука;
- сброс показаний (обнуление экрана);
- диапазон рабочих температур: от -10 до 40°С;
- габаритные размеры: 133 х 70 х 25 мм;
- масса (без батареи питания): 120 г.

Рис. Общий вид детектор-индикатора радиоактивности «Эколог-плюс»

Краткое описание работы: принцип действия детектора-индикатора радиоактивности «Эколог» основан на регистрации ионизирующего излучения счетчиком Гейгера, установленным в прибор. Счетчик преобразует энергию гамма-квантов и бета-частиц в электрические импульсы, частота следования которых пропорциональна мощности дозы излучения. Импульсы со счетчика преобразуются в звуковую и цифровую информацию о значениях мощности экспозиционной (эквивалентной) дозы излучения.

На экране дозиметра радиации «Эколог» одновременно отображено текущее измерение мощности дозы, ее среднее значение, а также величина установленного порога срабатывания звуковой сигнализации о превышении.

Поскольку ионизирующее излучение имеет вероятностный характер, то в отдельных циклах измерения показания могут значительно отличаться. Точность измерения мощности дозы возрастает с увеличением числа циклов измерения.

Для выявления точек загрязнения радионуклидами сначала следует измерить значение естественного фона. Затем поднести прибор к объекту как можно ближе. Значительное возрастание показаний прибора означает, что объект имеет радиоактивное загрязнение.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 5. ИЗМЕРЕНИЕ ВИБРАЦИИ

Теоретическая часть

Вибрационное загрязнение является близким к шумовому и характеризуется в значительной мере аналогичными показателями. Основное различие заключается в том, что *вибрация* распространяется только в *твердых телах*, а *звук* — в *любых средах*. Поэтому на живые организмы вибрация воздействует только при поверхностном контакте через опорные поверхности. У человека под действием вибрации развивается особая вибрационная болезнь.

Вибрация антропогенного происхождения, как и ультразвуки, в настоящее время оказывает только локальное воздействие на экосистемы. Преимущественно изучено и нормируется антропогенное вибрационное загрязнение среды обитания человека в процессе труда, а именно, производственно-транспортная вибрация.

Вибрации, в отличие от звука, передающегося через воздушную среду, распространяются в жестких структурах – грунт, строительные конструкции. Вибрации естественного или техногенного происхождения неизбежно вызывают вторичное шумоизлучение, так как передают часть механической энергии окружающему слою воздуха. Вибрации низкой частоты, от 1 до 20 Гц, порождают инфразвук той же частоты, механические колебания звуковой частоты, 20–20000 Гц, дают слышимый человеком шум. Так устроены и струнные музыкальные инструменты, и голосовые связки человека, и звукоизлучатели акустических систем.

Однако вибрации воздействуют не на орган слуха, а воспринимаются всем телом или отдельными его частями. Деформация и переменные напряжения, возникающие в тканях организма человека под действием вибрации, улавливаются множеством рецепторов.

Природа позаботилась о том, чтобы живые организмы были способны пользоваться вибрационными (колебательными) процессами как информацией. Вибрации, действующие на биологические объекты, имеют двойственный характер. В одних случаях они стимулируют жизненные процессы, а в других угнетают их, вызывают беспричинный страх, паническое состояние, неадекватное реагирование на происходящее. Физиологические, гигиенические и поликлинические исследования показали, что длительное действие вибрации, превышающей на 2...9 дБ нормативные значения, даже при малой интенсивности в условиях жилища вызывают функциональные изменения центральной нервной и сердечно-сосудистой систем, которые проявляются удлинением скрытого времени слуховой и зрительно-моторной реакций, развитием вегетативно-сосудистой дистонии и гипертонической болезни. Степень значимости вибрационного воздействия на организм человека зависит от его интенсивности, частоты и продолжительности. Как и любое другое физическое воздействие, до

определенного уровня вибрация может субъективно не ощущаться и не оказывать существенного влияния на состояние организма. Физиологическое влияние вибраций исследуется в медицинских центрах, научно-исследовательских институтах и на производстве. Допустимые уровни воздействия определены в санитарных нормах СН 2.2.4/2.1.8.566-96 "Производственная вибрация, вибрация в жилых и общественных зданиях".

По **способу передачи** на человека различают *вибрацию*, влияющую на *части тела*, в основном на руки, и *вибрацию*, передающуюся на *все тело* через *опорные поверхности сидящего* или *стоящего человека*, например в кабине автомобиля.

В **первом случае** воздействие является *локальным.* Источником локальной вибрации является ручной механизированный инструмент, органы управления машин и оборудования, а также удары, передающиеся от ручного немеханизированного инструмента, например рихтовочных молотков разных моделей и обрабатываемых деталей.

Во **втором случае** вибрация называется *общей* и делится на несколько категорий:

- транспортная вибрация. К источникам транспортной вибрации относят: автомобили, рельсовый транспорт и др.;
- транспортно-технологическая. К источникам транспортно-технологической вибрации относят самоходные механизмы: экскаваторы, бульдозеры, асфальтоукладчики, горные комбайны, шахтные погрузочные машины, напольный производственный транспорт и др.;
- технологическая вибрация. К источникам технологической вибрации относят все стационарное шумоактивное оборудование.

Защита от вибрации. Для снижения вибрационного воздействия технологического оборудования механизмы и агрегаты его устанавливают на виброизолирующих опорах, на рабочих местах предусматривают виброгасящие основания из перфорированной мягкой резины и виброизолированные органы управления. При выполнении некоторых видов деятельности, связанных с повышенной вибрацией, должны предусматриваться максимальные допустимые временные интервалы непрерывной работы.

Источниками вибраций в жилых и общественных зданиях чаще всего являются автотранспорт на прилегающих магистралях, линии метрополитена мелкого заложения, а также технологическое оборудование внутри самих зданий. Вибрации в здании распространяются по несущим конструкциям и по системе трубопроводов. Для предотвращения вредного воздействия этих вибраций в зданиях не допускаются жесткие связи несущих конструкций с трубопроводами и мусоропроводами.

Лифтовые шахты в жилых домах выполняются на отдельном фундаменте, а шумные механизмы должны размещаться на "плавающем" полу, представляющем собой не соприкасающуюся с фундаментом самого здания железобетонную плиту на упругом основании из минераловатных

плит. В упругом слое размещаются резиновые виброизоляторы, а по периметру плита отделяется от фундамента и стен акустическим зазором 20-30 мм, заполняемым мягким не твердеющим материалом.

Анализ теоретических разработок и экспериментальных данных по защите от наземных транспортных вибраций показывает, что достаточно эффективных и экономически целесообразных мероприятий по снижению влияния этих источников в настоящее время не разработано. Вибрационный фон в жилых зданиях во многом обусловлен расстоянием от автомагистрали и линий рельсового транспорта: чем дальше здание от магистрали, тем ниже уровни вибрационного фона в нем. В зданиях, расположенных вдоль крупных магистралей, максимальные значения вибрационного фона отмечаются на частотах 2-8 Гц и зачастую превышают норматив. В зданиях, расположенных вдоль улиц с меньшей интенсивностью движения и в глубине застройки, как правило, уровни вибрационного фона не превышают требований санитарных норм.

Для защиты от вибрации, создаваемой трассами метрополитена мелкого заложения, разработан комплекс мероприятий, применяемых непосредственно к подвижному составу и путям. К ним относятся: устройство пути на специальной виброгасящей подушке, периодическая шлифовка рельс, обточка колес вагонов для придания им идеально круглой формы, которая нарушается в процессе эксплуатации и является источником повышенных вибраций.

Мероприятия по защите от вибраций учтены в нормативно-методических документах в области проектирования и строительства и контролируются органами Госсанэпидемнадзора.

Практическая часть

Оборудование: **Виброметр К - 1**

Назначение и область применения: прибор для измерения виброскорости «Виброметр-К1» является малогабаритным портативным переносным регистратором вибросигналов с питанием от встроенных аккумуляторов и батареек (рис.).

Прибор предназначен для измерения виброскорости (СКЗ) в размерности виброскорости (мм/с) в стандартном диапазоне частот от 10 до 1000 Гц.

Прибор имеет жидкокристаллический дисплей с разрешением $96^{x}64$ точки, кнопку для включения и выносной вибродатчик.

Для подзарядки аккумуляторов в комплекте прибора поставляется зарядное устройство, рассчитанное на питание от сети переменного напряжения 220 В/50 Гц.

Рис. Общий вид виброметра К - 1

Основные технические данные: прибор должен эксплуатироваться при температуре окружающего воздуха от минус 20 до + 50 °С и относительной влажности воздуха до 98 %, без конденсации влаги (табл.).

Таблица

Технические параметры виброметра К – 1

Параметр	Значения
Рабочий диапазон частот, Гц	10 - 1000
Диапазон измерений	1-100 мм/с
Масса прибора, кг	не более 0,5
Габаритные размеры прибора, мм	140 х 63 х 31
Непрерывная работа от двух аккумуляторов АА	не менее 15 часов

Допускаемая основная относительная погрешность измерения значения виброскорости до 5 мм/с не более 10 %, более 5 мм/с 5 % на частоте 79,6 Гц.

Питание: аккумулятор 2 х 1,25 В, емкость 1,5 А ^{x} ч, или 2 стандартные батареи тип АА.

Стандартная комплектация: прибор с датчиком и магнитом, зарядное устройство, сумка, паспорт

Благодаря наличию всего одной кнопки управления, прибор может быть использован даже неквалифицированным персоналом.

Преимуществами применения прибора "Виброметра-К1" являются:

- яркий экран, допускающий работу в широком диапазоне температур, до – 20 градусов;
- малые габариты и вес;
- возможность длительной работы от встроенных аккумуляторов.

Прибор "Виброметр-К1" зарегистрирован в государственном реестре средств измерения вибрации под № 30289-05.

Выпускается искробезопасная версия прибора с маркировкой взрывозащиты 1ExibIIAT3 X.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 6. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОТНОСИТЕЛЬНОЙ ВЛАЖНОСТИ ВОЗДУХА

Теоретическая часть

Температура окружающей среды регулирует поведение водяного пара присутствующего в атмосфере, т.е. влажность атмосферного воздуха. Наиболее богаты влагой нижние слои атмосферы (до 1,5–2 км), где концентрируется примерно 50% всей влаги. Чем выше температура, тем больше влаги содержит воздух. Однако при той или иной конкретной температуре воздуха существует определенный предел насыщения его парами воды, который называют максимальным. Обычно насыщение воздуха парами воды не достигает максимального. Данное содержание паров воды в воздухе при данной температуре называется абсолютной влажностью. Разность между максимальным насыщением и абсолютной влажностью называется дефицитом влажности. Дефицит влажности – важнейший экологический параметр, поскольку он характеризует сразу две величины: температуру и влажность. Чем выше дефицит влажности, тем суше и теплее, и наоборот.

Относительная влажность воздуха – это отношение абсолютной влажности, выраженное в г/м^3 к максимальному содержанию водяных паров в воздухе; относительная влажность выражается в процентах. Относительная влажность изменяется с температурой, так как воздух при нагревании расширяется и может удерживать больше водяных паров. Их содержание измеряется психрометром, состоящим из влажного и сухого термометров.

Практическая часть

Оборудование: **Стационарный психрометр (Августа); психрометр аспирационный (Асмана), (МВ-4-М, МВ-4-2М, М-34, М-34-М); Дистанционный психрометр**

Принцип работы и устройство психрометров основаны на разности показаний сухого и смоченного термометра в зависимости от влажности окружающего воздуха.

Действие любого психрометра основывается на физическом свойстве жидкости, в частности воды, испаряться и возникающих при этом разностей температур, которые показываются сухим и влажным термометрами. Испарение воды со смоченной поверхности, ткани, губки, соединенной с одним из термометров, приводит к потере части энергии, как следствие, снижению температуры жидкости. Это снижение, а точнее сниженную температуру, и регистрирует смоченный термометр.

Простейший психрометр – это, по-сути, два стеклянных термометра (ртутных или спиртовых), один из которых – сухой, а второй – влажный (смоченный), т.е. обернут влажной хлопчатобумажной тканью. Один конец этой ткани опущен в резервуар с водой. Испаряясь, вода охлаждает «влажный» термометр. При этом, чем влажность окружающего воздуха ниже, тем интенсивнее протекает процесс испарения. Таким образом, чем суше воздух, влажность которого определяется, тем ниже будут показания «мокрого» термометра, и тем большей будет разница показаний сухого и влажного термометров.

Виды психрометров:
- стационарный (психрометр Августа);
- аспирационный (психрометр Асмана)
- дистанционный (промышленный психрометр)

Психрометр Августа – это «классический» психрометр, состоящий из двух термометров, которые закреплены на специальном штативе и помещены в метеорологическую будку (рис. 1.). Резервуар одного из них обвязан кусочком батиста, конец которого помещен в стаканчик с водой, для обеспечения свободного поступления воды к резервуару. Сама будка (метеорологическая будка Селянинова) устроена таким образом, что в ней обеспечивается свободный обмен воздуха. Основной недостаток стационарных психрометров заключается в том, что показания смоченного термометра зависят от скорости воздушного потока в будке. Преимущество же стационарного психрометра заключается в его простоте и удобстве обслуживания.

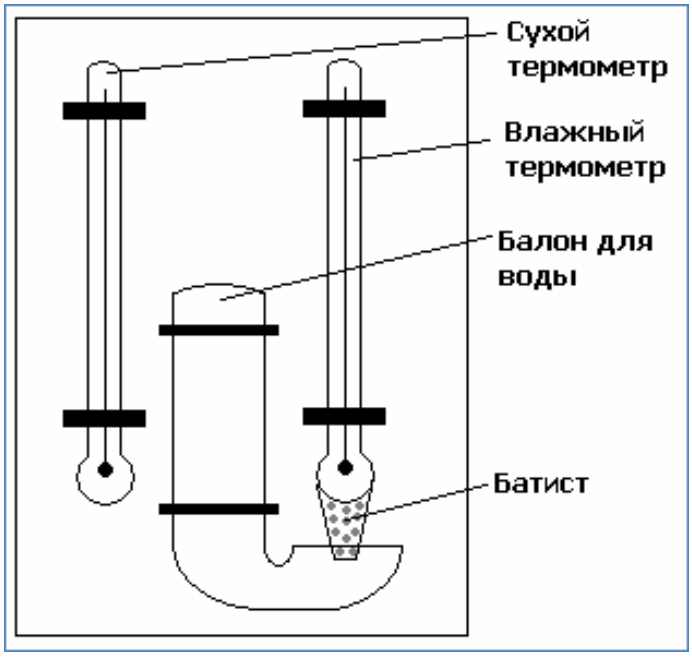


Рис. 1. Психрометр Августа

Психрометр Асмана является более сложным прибором (рис. 2.). Термометры в данном психрометре помещены в специальный корпус, который служит для них защитой от повреждений и теплового воздействия окружающих предметов. Обдув термометров производится при помощи специального вентилятора, называемого аспиратором, с постоянной скоростью около 2 м/сек.

Рис. 2. Психрометр (аспирационный) Асмана

Психрометр состоит из двух основных частей – аспирационной головки и термодержателя. На термодержателе установлены термометры, один из которых "смоченный", а другой служит для измерения температуры воздуха. Термометры защищены от воздействия солнечной радиации как сбоку – термозащитой, так и снизу – трубочками. В МВ-4-2М и М-34-М в нижней части термодержателя расположено устройство для регулирование скорости аспирации Оно состоит из клапана, имеющего форму конуса, и подпружиненного винта. При повороте винта перекрываются определенная часть сечения трубки, что приводит к изменению скорости аспирации.

Внутри головки располагается аспирационное устройство, состоящее из заводного механизма, ключа и вентилятора (для психрометров МВ-4-М и МВ-4-2М; в психрометре М-34 и М-34-М используется электродвигатель с вентилятором, подключаемый к сети переменного тика напряжением 220 В).

Вентилятор протягивает воздух около резервуаров термометров. При вращении вентилятора в прибор всасывается воздух, который обтекает резервуары термометров, проходит по трубке к вентилятору и выбрасывается наружу через прорези в аспирационной головке. Резервуар правого термометра обернут батистом и перед работой смачивается чистой дистиллированной водой при помощи резинового баллона с пипеткой.

.

Влажность воздуха определяется по показаниям сухого и смоченного термометров по специальным психрометрическим таблицам или графику, а температура воздуха – по показаниям сухого термометра.

Измеренные значения температуры воздуха и температуры «смоченного термометра» позволяют вычислить относительную влажность воздуха в диапазоне от 10 до 100% при температуре окружающей среды от – 10 до +50^{o}C.

Аспирационный психрометр – наиболее точный и надежный прибор для измерения температуры и влажности воздуха при положительных температурах окружающей среды.

Общим, для аспирационного и стационарного психрометров является то, что оба они построены на базе ртутно-стеклянных термометров, что и определяет их общий недостаток – хрупкость, а также невозможность проведения контроля дистанционно.

Психрометры аспирационные изготавливаются четырех типов:

- психрометр аспирационный с механическим заводом МВ-4-М;
- психрометр аспирационный с электромотором М-34.

- с устройством для регулирования скорости аспирации:

- психрометр аспирационный с механическим заводом МВ-4-2М;
- психрометр аспирационный с электромотором М-34-М.

Дистанционный психрометр – это уже промышленный психрометр, в котором для измерения влажности воздуха используются различные термометры сопротивления, а также термопары и термисторы (рис. 3.). Основные типы таких приборов: манометрические и электрические психрометры. Тут все зависит от типа используемого термометра.

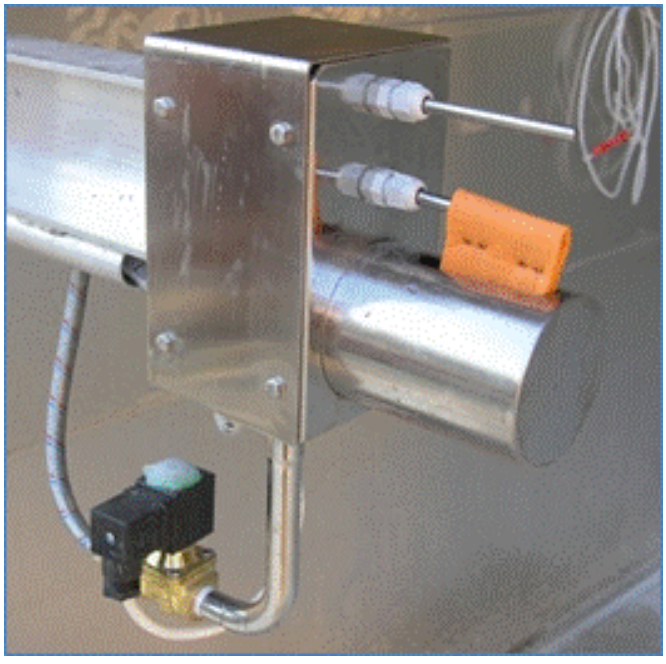


Рис. 3. Дистанционный психрометр

В манометрическом психрометре, как следует из названия, обычно используются либо двухканальный манометрический термометр, либо два одноканальных, где один из термобаллонов снабжен системой увлажнения.
Более широкое распространение получили психрометры, в которых используются термометры сопротивления, термопары, термисторы. Однако, также как и в других психрометрах, обязательным условием для надежной работы и точности показаний является использование сухого и увлажненного преобразователей и датчиков температуры. Хорошим примером электронного психрометра, в качестве датчиков температуры «сухого» и «влажного» термометров использующего кремниевые транзисторы является модель ПТ-1.

Процедура измерения на психрометре аспирационном

При определении влажности на открытом воздухе прибор выносят из помещения летом за четверть часа до наблюдения, а зимой не менее чем за полчаса и подвешивают на столбе.

Смачивают батист на резервуаре термометра с помощью резинового баллона, заполненного дистиллированной водой. Включают электромотор одновременно с секундомером. Через *4 мин* после включения электромотора производят отсчеты по термометрам: по сухому и смоченному. Вычисление влажности воздуха по показаниям психрометра производится по психометрическим таблицам (см. стр. 42).

Относительная влажность воздуха в зависимости от показания сухого и влажного термометров, %

Сухой тер-р	Показания влажного термометра, ^{0}C																								
	2	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**	**21**	**22**	**23**	**24**	**25**	**26**	**27**	**28**
8	29	40	51	63	75	87	100																				
9	21	31	42	53	64	76	88	100																			
10	14	24	34	44	54	65	76	88	100																		
11		17	26	36	46	56	66	77	89	100																	
12			20	29	38	48	57	68	78	89	100																
13			14	23	31	40	49	59	69	79	89	100															
14				17	25	33	42	51	60	70	79	89	100														
15					20	27	36	44	52	61	71	80	90	100													
16					15	22	30	37	46	54	63	71	81	90	100												
17						17	24	32	39	47	55	64	72	81	90	100											
18						13	20	27	34	41	49	56	65	73	82	91	100										
19							15	22	29	36	**43**	50	58	66	74	82	91	100									
20								18	24	30	37	44	52	59	66	74	83	91	100								
21								14	20	26	32	39	46	53	60	67	75	83	92	100							
22									16	22	28	34	40	47	54	61	68	76	84	92	100						
23									13	18	24	30	36	42	48	55	62	69	76	84	92	100					
24										15	20	26	31	37	43	49	56	63	70	77	84	92	100				
25											17	22	27	33	38	44	50	57	63	70	77	84	92	100			
26											14	19	24	29	34	40	46	52	57	64	71	77	85	92	100		
27												16	21	25	30	36	41	47	52	58	65	71	78	85	92	100	
Показания влажного термометра, ^{0}C									**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**	**21**	**22**	**23**	**24**	**25**	**26**	**27**	**28**	**29**		
28									13	18	22	27	32	37	42	48	53	59	65	72	78	85	93	100			
29									11	15	19	24	28	33	38	43	49	54	60	66	72	79	86	93	100		
30										13	17	21	25	30	34	39	44	50	55	61	67	73	79	86	93		
31										10	14	18	22	27	31	36	40	45	50	56	62	67	73	80	86		
32											12	16	20	24	28	32	37	41	46	51	57	62	68	74	80		
33											10	14	17	21	25	29	33	38	42	47	52	58	63	69	74		
34												12	15	19	22	26	30	34	39	43	48	53	58	64	69		
35												10	13	16	20	24	27	31	35	40	44	46	54	59	64		
36													11	14	18	21	25	29	32	37	41	45	50	55	59		
37														13	16	19	22	27	30	34	38	42	46	54	55		
38														11	14	17	20	24	27	31	35	39	43	47	51		
39															12	15	18	21	25	28	31	35	39	43	47		
40															11	14	17	19	23	26	29	33	36	40	44		

Составители**:** *Фанис Фаннурович Исхаков*
Олеся Васильевна Тагирова

Определение

физических параметров окружающей среды:
методические указания по проведению практических работ

МИНОБРНАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Башкирский государственный педагогический университет
им. М Акмуллы»

Естественно-географический факультет
Кафедра экологии, географии и
природопользования

КУРСОВАЯ РАБОТА

Методические указания по ее выполнению

Уфа – 2019

Курсовая работа: методические указания по ее выполнению /Сост. Исхаков Ф.Ф. – Уфа: БГПУ, 2019. - 9 с.

В методических указаниях по выполнению курсовой работы даны практические материалы, рекомендации, необходимые для подготовки и непосредственного выполнения курсовой работы. Даны порядок, требования, структура и правила оформления курсовой работы.

Методические указания предназначены для студентов направления подготовки 05.03.06 Экология и природопользование.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ПО НАПИСАНИЮ КУРСОВЫХ РАБОТ

Курсовая работа является важнейшим элементом самостоятельной работы студентов. Основной целью курсовой работы является создание и развитие навыков исследовательской работы, умения работать с научной литературой, делать на основе ее изучения выводы и обобщения.

Курсовая работа является научной разработкой конкретной темы исследования в ходе обучения и овладения студентами определенной медиа-специальностью в сфере деловой и политической журналистики. Являясь небольшой учебной статьей или описанием проекта, курсовая работа должна по содержанию и форме представлять собой научный текст, где обозначены теоретические подходы к поставленной проблеме.

Курсовые работы пишутся на: учебных потоках с высшим и средним специальным образованием в сроки, соответствующие учебным планам.

Курсовая работа должна показать умение слушателя самостоятельно изложить проблему, выявить наиболее приоритетные вопросы, применить элементы исследования, или представить собственные экспериментальные или опытные данные.

Курсовая работа отличается от научных докладов и аудиторных выступлений студентов тем, что ее должен выполнять каждый обучающийся в письменном виде, в согласованной с научным руководителем форме и в строго обозначенные сроки. Между тем, проблематика курсовой работы может быть использована в устном выступлении на семинарском или практическом занятии.

Курсовая работа не может быть простой компиляцией и состоять из фрагментов различных статей и книг. Она должна быть научным, завершенным материалом, иметь факты и данные, раскрывающие взаимосвязь между явлениями, процессами, аргументами, действиями и содержать нечто новое: обобщение обширной литературы, материалов эмпирических исследований, в которых появляется авторское видение проблемы и ее решение. Этому общетеоретическому положению подчиняется структура курсовой работы, ее цель, задачи, методика исследования и выводы.

Курсовая работа является квалификационным учебно-научным трудом студента, посвященным самостоятельной разработке избранной проблемы.

1. Четкое сформулированы: проблема и исследовательские вопросы.
2. Обоснована их актуальность, степень изученности, состояние исследованности.
3. При ее исследовании используются методологические знания.
4. Выполняется на основе знакомства с теоретическими и практическими подходами к анализируемым проблемам, содержит научные выводы.
5. В завершенном виде представляет целостное, однородное исследование.

Следует учесть, что выбор темы курсовой работы осуществляется свободно, включая и право студента на свою тематику с подробным обоснованием необходимости ее разработки. Однако, при этом учитываются возможности научного руководства со стороны преподавателей кафедр и связь с ключевой проблематикой отделения деловой и политической журналистики.

Темы курсовых работ разрабатываются ППС кафедры в соответствии с научно-исследовательской проблемой кафедры и научным интересом каждого преподавателя.

Научный руководитель курсовой работы студента либо назначается по желанию студента, либо выбирается членами кафедры. После чего на заседании кафедры утверждаются темы курсовых работ и научные руководители. Изменение тем курсовых работ возможно только через процедуру решения кафедры.

Порядок работы над курсовой темой включает следующие этапы:

- Выбор темы и беседа с руководителем, утверждение ее кафедрой;

- Сбор материала, поиск литературы по теме, подготовка библиографии, составление личного рабочего плана;
- Подготовка первого варианта;
- Сдача первого варианта курсовой работы научному руководителю;
- Доработка текста по замечаниям, его окончательное оформление и представление на кафедру, где должен быть приложен отзыв научного руководителя с оценкой проделанной работы. Присутствие руководителя на защите курсовой работы студента обязательно.

Выбор темы работы.

Работа над курсовой работой начинается с *выбора темы,* к которому следует отнестись очень ответственно. Тематика курсовых работ предлагается кафедрой. Она носит примерный характер. Студент, исходя из своих научных интересов, может, по согласованию с преподавателем, предложить собственную тему курсовой работы, которая должна соответствовать проблематике той дисциплины, в рамках которой работа выполняется. Выбор темы работы должен основываться на первичном изучении содержания проблемы. Только в этом случае он окажется осознанным, что является важной предпосылкой успешного написания работы.

Основная сложность при выборе темы может заключаться в том, что этот выбор и, отчасти, написание работы происходит в процессе изучения предмета, а не по его окончании. В связи с этим студенту целесообразно обратиться к консультациям преподавателя, который направит поиск студента в нужное русло, но в то же время они не заменят работы студента на стадии выбора темы.

Неплохо, если студент, заинтересовавшись еще на первом курсе какой- либо из научных проблем, будет углублять ее изучение и исследование на старших курсах, выбирая «сквозную» тематику. В этом случае данная проблема будет последовательно изучаться всесторонне, под углом зрения различных медиа-дисциплин. Выполненные курсовые работы могут служить хорошей основой выпускной квалификационной и дипломной работ, а иногда и кандидатской диссертации (плох тот солдат, который не носит в ранце маршальский жезл).

Составление предварительного варианта плана

На основе предварительного ознакомления с литературой и цифровым материалом, который может быть, использован при написании курсовой работы, составляется первоначальный вариант плана курсовой работы. Обычно курсовая работа состоит из введения, двух-четырех параграфов и заключения.

При составлении плана следует, прежде всего, наметить основные «вехи», определить примерный круг вопросов, которые будут рассмотрены в отдельных параграфах, и их последовательность. Эти вопросы могут, в окончательно отработанном варианте плана не указывается, но на первоначальном этапе они используются для так называемого рабочего, развернутого плана, по которому и пишется курсовая работа.

Любая тема может быть раскрыта по–разному. Но именно план курсовой работы отражает ее основные направления. План работы должен отражать основную идею работы, раскрывать ее содержание и характер. В нем должны быть выделены наиболее актуальные вопросы темы.

При составлении плана не должно быть шаблона. И все же обычно первый параграф курсовой работы освещает теорию вопроса; в последующих параграфах излагается основной вопрос темы. Составленный план студент согласовывает с руководителем курсовой работы.

Порядок подготовки курсовой работы

Работа над курсовой работой не должна откладываться на последние дни. Относиться к ней надлежит со всей ответственностью и добросовестностью. Только

систематический, правильно спланированный и организованный труд позволит добиться хорошего результата точно к установленному сроку

Порядок подготовки работы обычно включает следующие основные этапы.

1. Составление примерного плана. В процессе написания работы план может корректироваться.
2. Подбор литературы в соответствии с целями, отраженными в плане. При этом одинаково важно как прислушиваться к советам научного руководителя, так и проявлять должную самостоятельность. Не существует единственного источника, в котором студент мог бы найти полную библиографию по интересующей его проблеме. Появление новых публикаций -непрерывный процесс, за которым следует научиться постоянно следить.

Подбор литературы является ответственным этапом написания любой научной работы, требующим определенных усилий. В составлении библиографии большую помощь могут оказать систематические каталоги и специальные обзоры новой литературы научных библиотек, периодические информационные издания (например, Вестник МГУ серия «Журналистика», Библиографический указатель Института научной информации по общественным наукам (ИНИОН), аналитические издания, журнал «Среда» , реферативные сборники и т. п.) Необходимо самостоятельно ознакомиться с публикациями в специальных журналах.Большой объем полезной информации можно найти на сайгах в сети Интернет. Данный этап завершается составлением библиографии - списка публикаций по выбранной теме, с которыми надлежит ознакомиться.

3. Изучение подобранной литературы. Работу на этом этапе целесообразно сопровождать записями, в той или иной форме фиксирующими главную мысль и систему доказательств автора, изучением статистического и фактологического материала с соответствующими пометками, составлением кратких аннотаций просмотренных источников. Подобные усилия значительно облегчают дальнейшую работу, делают ненужным повторное обращение к одному и тому же источнику информации.
4. Написание текстового варианта работы. Перед тем, как перейти к написанию текста, следует досконально продумать логику изложения, систему аргументов для доказательства главной мысли. Этот этап заканчивается формулировкой основных тезисов.

Здесь необходимо помнить ряд важных моментов.

Не следует допускать дословного копирования, переписывания прочитанной литературы. Изложение должно вестись самостоятельно, своими словами и свидетельствовать том, что автор разобрался в существе рассматриваемых вопросов, имеет свою точку зрения и умеет ее изложить так, чтобы было понятно другим. Это не исключает возможности цитирования, каждая цитата должна соответствующим образом оформляться.

Изложение должно вестись грамотным языком, без стилистических и логических ошибок. Важно заранее определить четкую структуру работы.

Сноски, ссылки на различные источники, примечания оформляются в соответствии с существующими правилами.

Объем, структура и содержание работы

Общий объем курсовой работы должен составлять примерно 2 п.л. (80 тыс. символов с пробелами) или 48 страницы, набранных на компьютере 14 шрифтом Times New Roman с полуторным интервалом между строк.

Правильно оформленная работа должна включать в себя:

1. Титульный лист.
2. План (оглавление).
3. Введение.
4. Основную часть.

5. Заключение.
6. Список использованной литературы
7. Приложение (я).

Титульный лист и план выполняются на двух первых листах работы по определенной форме.

Во введении отражаются следующие основные моменты:

- общая формулировка темы;
- теоретическое и практическое значение выбранной темы, ее актуальность;
- степень разработанности проблемы;
- конкретные задачи исследования, которые автор поставил перед собой;
- объяснение того, как автор намеревается решать поставленные задачи, обоснование логической последовательности раскрываемых вопросов, общего порядка исследования и структуры работы;
- использованные в работе источники информации.

Введение должно быть кратким (1-3 страницы) и четким. Его не следует перегружать общими фразами. Главное, чтобы читающий понял, чему посвящена работа, какие задачи автор сам для себя наметил.

Основная часть состоит из глав, которые могут делиться на параграфы, а параграфы, в свою очередь. - на пункты. Название какой-то главы не должно полностью совпадать с названием курсовой работы (в противном случае наличие других глав становится излишним), а название какого-то параграфа дублировать название главы.

Не следует перегружать план работы. В курсовой работе реально рассмотреть две, максимум - три главы.

В заключении следует четко сформулировать основные выводы, к которым пришел автор. Выводы должны быть краткими и органически вытекать из содержания работы. Разрешается повторить основные выводы соответствующих глав, но при этом предпочтительнее стремиться сделать некоторые обобщения по результатам проведенного исследования в целом.

Список использованной литературы оформляется по установленному порядку. Он включает в себя всю литературу, на которую есть ссылки в тексте, а также те важнейшие источники, которые были так или иначе использованы, хотя и не приведены в ссылках и примечаниях.

Приложения этот элемент структуры работы не является обязательным. Приложения целесообразно вводить, когда автор использует относительно большое количество громоздких таблиц, статистического материала. Такой материал, помещенный в основную часть, затруднил бы чтение работы. Обычно в тексте достаточно лишь сослаться на подобную информацию, включенную в приложение.

Защита работы

После завершения окончательного варианта работы научный руководитель готовит свое заключение и выставляет предварительную оценку. Окончательная оценка выставляется студенту по результатам защиты работы. Во время защиты автор должен быть готов за 5 минут устно изложить результаты проведенного исследования и ответить на вопросы. Умение отвечать на вопросы емко и четко является очевидным достоинством любого студента, претендующего на высокую оценку.

Основные критерии оценки курсовой работы вытекают из предъявляемых к ней требований. Такими критериями являются следующие.

1) Глубина анализа, умение разобраться в затронутых проблемах.
2) Самостоятельность, творческий подход к рассматриваемой проблеме.
3) Использование новейшего фактологического и статистического материала.
4) Полнота решения всех тех задач, которые автор сам поставил себе в работе.
5) Грамотность, логичность в изложении материала
6) Качество оформления.

Разумеется, при подготовке к защите автор должен иметь копию текста работы, поскольку ее первый экземпляр за несколько дней до защиты сдается на кафедру, на которой она была выполнена.

Оценка курсовой работы.

Каждая курсовая работа с учетом ее содержания оценивается по десятибальной системе. Курсовая работа должна быть написана в сроки, устанавливаемые кафедрой. Работу, которую преподаватель признал неудовлетворительной, возвращается для переработки с учетом высказанных в отзыве замечаний. Несвоевременное предоставление курсовой работы на кафедру приравнивается к неявке на экзамен, поэтому студентам, не сдавшим без уважительной причины в срок курсовую работу, ставится неудовлетворительная оценка. Студент, не сдавший курсовую работу в срок, считается имеющим академическую задолженность и не допускается к сдаче экзамена по данной дисциплине.

Основные требования к оформлению текста работы

Работа выполняется на компьютере. Предпочтительным является использование стандартов, заложенных в редакторе типа Word. Распечатка делается на белом стандартном листе бумаги формата А4 210х297 мм. Ниже приведены основные требования к оформлению стандартного печатного текста.

Требования к оформлению текста, подготовленного с использованием компьютерного набора:

1. Установка полей: верхнее - 2 см. нижнее - 2.5 см. левое - 2 см. правое - 2 см.
2. Интервал между строк - полуторный.
3. Шрифт- 14, Times New Roman
4. Страницы нумеруют в правом верхнем углу. Первая страница (титульный лист) и вторая (оглавление) не нумеруются, но считаются.
5. Каждый абзац печатается с красной строки.
6. В случае использования таблиц и иллюстраций следует учитывать, что:
   - единственная иллюстрация и таблица не нумеруются;
   - нумерация иллюстраций и таблиц допускается как сквозная (Таблица 1, Таблица 2 и т.д.), так и по главам (Рис 4.1. Рис 5.2 и т. п.);
   - в графах таблицы нельзя оставлять свободные места. Следует заполнять их либо знаком "-" либо писать "нет", "нет данных"
7. Для редактирования математических формул рекомендуется использовать соответствующие приложения компьютерных программ. Каждая формула нумеруется арабскими цифрами. Принципы нумерации аналогичны нумерации таблиц. Номер указывается рядом с формулой в круглых скобках. В тексте должно быть четко указано, что обозначает каждый используемый символ.

Правила оформления ссылок и примечаний

Ссылки и сноски содержат различные дополнения, пояснения к тексту, а также указания на источник, из которого заимствована цитата или фактологический материал. Для связи ссылки с текстом служат знаки сносок. Их ставят в тексте у того места, где нужно сослаться на какой-либо источник или дать пояснение, а также перед самой ссылкой. Знаками сносок служат арабские цифры.

Ссылки нумеруются по порядку в пределах каждой страницы. Допускается сквозная нумерация всех ссылок главы. Тогда в конце главы пишется заголовок "Примечания" и следует текст всех ссылок. При использовании компьютерного набора используется меню "Вставка", затем - "Сноска"".

Оформление списка использованной литературы

1.Нумерация всей использованной литературы сплошная - от первого до последнего источника.

2.Оформление списка использованной литературы рекомендуется выполнять по принципу алфавитного именного указателя (в общем, алфавите авторов и заглавий) в следующей последовательности:

- литература на русском языке,
- литература на языках народов, пользующихся кириллицей.
- литература на языках народов, пользующихся латиницей

3.Описание источников, включенных в список, выполняется в соответствии с существующими библиографическими правилами.

- Фамилия автора или фамилии авторов с прописной буквы.
- Основное заглавие. Подзаголовочные данные.
- Сведения об издании. - Напр.: 2-е изд., доп.
- Место издания: Издательство или издающая организация. Дата издания. - В отечественных изданиях приняты сокращения: Москва - М., Санкт-Петербург - СПб., Ленинград - Л. В иностранных изданиях сокращаются: London - L., Paris - P., New York -N.Y. Остальные города приводятся полностью. Объем (в страницах текста издания).

Каждая область описания отделяется от последующей специальным разделительным знаком "точка, тирс" (. -). После названия города перед названием издательства ставится знак (:). Указание объема книги является обязательным. Следует помнить о том, что в списке указываются конкретные названия произведении, статьи, названия законов. Выступления на конференциях и т.п. Если использованный материал был опубликован таким образом, что он является частью какого-либо издания (например, используется статья, опубликованная в журнале), то имеет место аналитическое описание, т.е. после специального знака "две косые черты" (//) приводится библиографическое описание данного издания с указанием места материала в издании. При описании статьи из периодического издания (журнала, газеты) место издания не указывается, а при описании статьи из сборника место издания указывается, а издательство опускается Описание, литературы на иностранных языках выполняется, но тем же правилам.

Ниже даны примеры библиографического описания:

1.*Книга.*

Нэгл Т.Т., Холден Р.К. Стратегия и тактика ценообразования. — СПб: Питер, 2001-544 с.

История экономических учений/ Под ред. В.Автономова, О.Ананьина, Н.Макашевой: Учеб. пособие. - М: Инфра-М, 2000 - 784 с.

2. *Статья из журнала.*

Григорьев Л. Трансформация иностранного капитала: 10 лет спустя // Вопросы экономики.—2001.-№6.-С. 15-35.

3. Статья из сборника.

Винер Дж. Концепция полезности в теории ценности и ее критики //Вехи экономической мысли. Теория потребительского поведения и спроса. Т.I. Под ред. В.М.Гальперина - СПб.: Экономическая школа. 1999. С.78-117

4. Материал из статистического ежегодника

Основные сводные национальные счета // Российский статистический ежегодник. 1994. - М., 1994.- С. 232-263

5. Нормативные документы

О естественных монополиях: Закон Российской Федерации // Сборник Федеральных конституционных законов и федеральных законов – Издание Государственной Думы, 1995. - Вып. 12. - С. 145-158

Методические указания по оформлению выпускной квалификационной работы

Общие требования

Выпускная квалификационная работа представляется в твердом переплете. Текст должен быть набран на компьютере и отпечатан на стандартных листах белой бумаги формата А4 (210х297 мм).

Текст набирается в редакторе MS Word. При наборе рекомендуется использовать гарнитуру шрифта Times New Roman. Размер основного шрифта – 14 пт, вспомогательного (для сносок, таблиц) – 12 пт, межстрочный интервал – 1,5. Поля: левое – 30 мм, правое – 15 мм, верхнее – 20 мм, нижнее – 20 мм. Наименование разделов, глав, параграфов должны быть краткими.

Все страницы ВКР нумеруются по порядку от титульного листа до последней страницы. Первой страницей считается титульный лист, но на нем цифра 1 не ставится, на следующей странице (вслед за титульным листом обычно располагается содержание) проставляется цифра 2 и т.д., т.е. страницы выпускной квалификационной работы нумеруются арабскими цифрами нормальным шрифтом № 14 с соблюдением сквозной нумерации по всему тексту. Номера страниц проставляются внизу в центре страницы без точки в конце (меню – вставка – номер страницы). Иллюстрации, таблицы и схемы, расположенные на отдельных листах внутри текста, входят в общую нумерацию.

Правила компьютерного оформления текста

Материал работы формируется в одном файле MS Word.

Перенос слов в заголовках не допускается. Наименование разделов (введение, содержание, заключение, список литературы, приложения) печатаются в виде заголовков первого порядка, без точки в конце и с новой страницы. Во избежание смещения начала главы рекомендуется перед заголовком ставить разрыв страницы (в меню Вставка – разрыв – новую страницу).

Текст набирается с соблюдением следующих правил:

1) формирование абзацев выполняется через команду Формат - Абзац;

2) слова разделяются только одним пробелом;

3) перед знаком препинания пробелы не ставятся, после знака препинания – один пробел;

4) при наборе должны различаться тире (длинная черточка) и дефисы (короткая черточка). Тире отделяется пробелами, а дефис нет.

5) после инициалов перед фамилией, внутри сокращений, перед сокращением г.– указанием года и т.п. ставится неразрывный пробел (Shift-Ctrl-пробел), для того чтобы не разрывать цельность написания, например: А.С. Пушкин, 1998 г., т. д., т. е.;

6) основной текст выравнивается по ширине, с отступом первой строки 1,25 см;

7) точка в конце заголовка не ставится; рекомендуется смысловое деление заголовка по строкам;

8) шрифтовые выделения внутри текста должны соответствовать следующей иерархии: строчной полужирный прямой – строчной полужирный курсив – строчной светлый курсив;

9) таблицы набираются кеглем 12 и помещаются в основной текст;

10) цитаты, прямую речь, иносказательные выражения лучше помещать в двойные кавычки;

11) при трехуровневой рубрикации (главы – параграфы – пункты) заголовки первого уровня (введение, содержание, названия глав, заключение, список литературы, приложения) набираются прописными полужирными буквами (шрифт 14), второго

(названия параграфов) – строчными полужирными (шрифт 14), третьего (названия в пунктах параграфа) – строчным полужирным курсивом (шрифт 14). При двухуровневой рубрикации заголовки первого уровня (названия глав и пр.) – строчными полужирными (шрифт 14), второго (названия параграфов) – полужирным курсивом (шрифт 14). Выравнивание заголовков – по центру. Нумеровать главы, параграфы, пункты в тексте работы следует арабскими цифрами.

Пример:

ГЛАВА 2. ЭКОЛОГО-ЛАНДШАФТНОЕ КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЫ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН

1.1 Эколого-ландшафтный анализ геосистем

1.1.1 Ландшафтный анализ

При сочетании полужирных и светлых шрифтовых выделений следует иметь в виду, что полужирный строчной прямой «старше», «главнее» полужирного строчного курсива, который, в свою очередь, «главнее» светлого строчного курсива. Эту иерархию особенно следует учитывать при внутритекстовой рубрикации, по-разному выделяя понятия, определения, термины, примеры, логические усиления и т.п.

Не допускаются:

- интервалы между абзацами в основном тексте;
- перенос слов в заголовках, а также отрыв предлога или союза от относящегося к нему слова.
- формирование отступов с помощью пробелов;
- «ручной» перенос слов с помощью дефиса;
- внутритекстовые выделения подчеркиванием и прописными буквами;
- использование разрывов разделов (глав), кроме случаев смешанных (книжных и альбомных) ориентаций листов;
- выделение текста подчеркиванием.

Числа и знаки в тексте

Однозначные числа не при единицах физических величин, если они встречаются в тексте в косвенных падежах, рекомендуется писать в буквенной, а не в цифровой форме (например, «одного», «двух» и т.д.).

Крупные круглые числа (тысячи, миллионы, миллиарды) рекомендуется писать в буквенно-цифровой форме – в виде сочетания цифр с сокращенными обозначениями: 20 тыс., 20 млн., 20 млрд.

В числах с десятичными дробями целое число отделяют от дроби запятой, а не точкой. Например: 6,5 или 8,12.

Простые дроби в тексте рекомендуется писать через косую линейку: 1/5, 2/3 и т.д.

Для обозначения интервала значений в технических и естественнонаучных изданиях предпочтительным является стандартный знак многоточие (...) между числами в цифровой форме, в гуманитарных и экономических – тире или предлоги: от (перед первым числом) и до (перед вторым).

При указании пределов значений единицу измерения приводят один раз. Например: 35–40 мм, от 5 до 6 мм.

Если однозначные порядковые числительные следуют одно за другим, то они могут быть даны цифрами, причем падежное окончание (наращение) ставят только при последней цифре. Например: 3, 5, 7 и 8-я позиции, но 4-я и 10-я.

Сложные прилагательные, первой частью которых является числительное, а второй – метрическая мера, процент или другая единица величины, следует писать так: 5-литровый, 20%-ный, 10-тонный.

Падежное окончание в порядковых числительных, обозначенных арабскими цифрами, должно быть однобуквенным, если последней букве числительного предшествует гласная (5-й, 7-е, 10-м), и двухбуквенным, если последней букве числительного предшествует согласная (5-го, 50-му).

Математические обозначения =, ~, <, > и др. допускается применять только в формулах. В тексте их следует передавать словами равно, приблизительно, меньше, больше. Например, нельзя писать ... > 5 м, нужно: больше 5 м.

Сокращения в тексте

Вольные сокращения слов не допускаются, примеры принятых сокращений слов приводятся в справочной литературе.

Обязательно сокращают стоящие перед цифрой слова, обозначающие ссылку в тексте на тот или иной его элемент: том – т., часть – ч., выпуск – вып., рисунок – рис., издание – изд., таблица – табл., глава – глав., раздел – разд., параграф – §, пункт – п.

Указанные ниже ученые степени, должности или профессии приводят в сокращенном виде: академик – акад., технических наук – техн. наук, член-корреспондент – чл.-корр., экономических – экон., профессор – проф., философских – филос., филологических – филол., доцент – доц., исторических – ист., доктор – д-р, физико-математических – физ.-мат., кандидат – канд.

Сокращают названия организаций, учреждений, а также термины, принятые в научной и технической литературе (сокращения не делают в начале фразы): БГПУ, ВИНИТИ, СВЧ, КПД, ЭДС, термо-ЭДС, ИК-диапазон, МОП-структура и т.п.

Сокращают поясняющие слова: то есть – т.е., и прочие – и пр., и тому подобное – и т.п., смотри – см., и другие – и др., сравни – ср.

Только в словарях и в справочниках допускаются следующие сокращения: так называемый – т.н., около – ок., так как – т.к., уравнение – ур-ние, например – напр., формула – ф-ла.

Рисунки

Рисунки в ВКР могут быть двух видов: отсканированные и построенные с использованием графического редактора.

Общими для тех и других являются следующие требования:

1. Площадь изображения вместе с подрисуночной подписью не должна выходить за поля основного текста.

2. Все рисунки должны быть выполнены в едином масштабе или допускать приведение к нему, быть соизмеримы друг с другом.

3. Шрифт, которым выполняются надписи на рисунках, не должен быть крупнее 11-го и мельче 7-го.

Для сканирования следует использовать только оригиналы (первоисточники) рисунков: фотографий, сложных чертежей, диаграмм и т.п. Сканирование с ксерокопий и других вторичных документов не допускается.

Штриховые рисунки – графики, структурные и функциональные схемы – должны строиться только в графическом редакторе в формате JPEG с разрешением 300 dpi. Допустимы форматы TIF (TIFF), WMF, BMP. Другие форматы не используются.

Для того чтобы рисунки, выполненные средствами Word, при попытке открыть их не «разваливались» на составляющие, они должны быть сгруппированы.

Количество рисунков в работе диктуется целесообразностью. Их следует располагать непосредственно после текста, в котором они упоминаются впервые, а при невозможности размещения на данной странице переносятся на следующую.

Обозначения, термины и другие надписи на рисунках должны соответствовать тексту и подрисуночным подписям. Текст, связанный с рисунком (надписи и подписи), набирается 12-м шрифтом. Текстовые надписи на рисунках следует заменить цифровыми обозначениями, кроме надписей, обозначающих среды и направления (Вода, Газ, К выходу и т.п.). Текстовые надписи начинают с прописной буквы, сокращения в них не допускаются. Цифровые обозначения раскрываются в подрисуночных подписях.

На рисунках используют следующие виды условных обозначений:

1. *Арабские цифры*. Ими обозначают детали изображения, значения (названия) которых расшифровывают в экспликации подписи или в тексте, проставляя после соответствующих слов.

2. *Римские цифры*. Ими обозначают части изделий, зоны действия, распространения.

3. *Прописные буквы латинского алфавита*. Ими обозначают точки геометрических фигур, узлы изделий, вершины углов, электроизмерительные приборы и т.п.

4. *Прописные буквы русского или латинского алфавита с арабскими цифрами*. Ими обозначают элементы электрических схем.

5. *Строчные буквы латинского и греческого алфавитов*. Первыми обозначают отрезки геометрических фигур, вторыми – углы на этих фигурах.

Если все позиции рисунка раскрываются в тексте, а развернутые подписи отсутствуют, то цифры на рисунке ставят в порядке упоминания их в тексте. Если же позиции раскрываются лишь в подрисуночной подписи, то на рисунке их нумеруют по часовой стрелке. При этом по всей рукописи должно быть выдержано единообразие.

Нумерация рисунков сквозная.

Полную подрисуночную подпись составляют следующие элементы:

1) сокращение «Рис.» и его порядковый номер, на который обязательно должна быть ссылка в тексте;

2) собственно подпись;

3) экспликация (если нужно), т.е. пояснение деталей (частей) рисунка.

Сокращение с порядковым номером без подписи нельзя дополнять экспликацией.

Правильно:

Рис. 2: Строение излома: *1* – поверхность усталостного разрушения с бороздками; *2* – зона долома

Если работа содержит всего один рисунок, то номер ему не присваивается, сокращение «рис.» под ним не пишется, а упоминание его в тексте формулируется так: «На рисунке приведена зависимость...» или «см. рисунок».

Между номером рисунка и тематической частью подписи ставится точка, после тематической части перед экспликацией (если она есть) – двоеточие, между элементами экспликации – точка с запятой. В конце подрисуночной подписи точка не ставится.

Таблицы

Таблицей называют цифровой и текстовой материал, сгруппированный в определенном порядке в горизонтальные строки и вертикальные графы (столбцы), разделенные линейками. Верхнюю часть таблицы называют головкой (чаще употребляют слово «шапка»), левую графу – боковиком.

Пример:

Таблица 3

Предельно допустимые концентрации или уровни некоторых суперэкотоксикантов в природных средах

Вещество	Вода, мг/л	Воздух, мг/м^3	Почва, мг/кг
Бенз(а)пирен	$5*10^{-6}$	$1*10^{-6}$	0,02

ДДТ	0,1	$5*10^{-4}$	0,1
ГХЦГ	0,02	0,03	0,1
Ртуть	$5*10^{-4}$	$3*10^{-4}$	2,1

Таблицы печатают при их первом упоминании. Небольшие таблицы следуют за абзацем, в котором была ссылка на них. Таблицы, занимающие больше половины страницы, – на следующей отдельной странице (страницах). Все таблицы в рукописи должны быть пронумерованы. Порядковая нумерация таблиц должна быть сквозной. Ссылки в тексте на таблицы дают в сокращенном виде, например: **табл. 1, табл. 5.** Над таблицей в правом верхнем углу обычным шрифтом пишут полностью: **Таблица 3**, а по центру – ее название (строчном полужирным), на последующих страницах – п**родолжение табл. 3**, на последней – о**кончание табл. 3**.

Если таблица в работе всего одна, ее не нумеруют и слово **Таблица** над ней не пишут: читатель и так видит, что перед ним таблица.

Сокращения слов в таблицах, кроме общепринятых, не допускаются. В головках таблиц и в боковике текст печатают горизонтально. Таблицы должны быть обязательно разлинованы по вертикали.

На каждую таблицу в тексте обязательно делается ссылка. Она должна органически входить в текст, а не выделяться в самостоятельную фразу, повторяющую тематический заголовок таблицы. Поэтому, например, вариант «Емкость варикапа зависит от напряжения (табл. 8)» предпочтительнее варианта «Зависимость емкости варикапа от напряжения показана в табл. 8».

Таблицы можно давать с заголовками и без заголовков. Заголовок необходим во всех случаях, когда таблица имеет самостоятельное значение и читатель может обратиться к ней помимо текста. Без заголовков дают таблицы вспомогательного значения.

Головки таблиц должны состоять из заголовков к каждому столбцу, не исключая боковика, т.е. в верхнем левом углу таблицы обязательно помещается заголовок к боковику. Ячейка головки над боковиком не должна оставаться пустой. Заголовок следует формулировать кратко и в единственном числе. Вместо слов можно давать буквенные обозначения (например, d, мм; V, В; Р, Вт).

Диагональные линейки в таблицах не допускаются.

Столбцы (графы) и строки в таблицах нумеруют только в том случае, если в этом есть необходимость (например, при переносе длинной таблицы или когда в тексте есть ссылки на отдельные столбцы или строки).

Повторяющийся буквенный (но не цифровой) текст, если он состоит из одного слова, может быть заменен кавычками. Если повторяющийся текст содержит более одного слова, то при первом повторении его заменяют словами «То же», при следующих повторениях под словами «То же» ставят две пары кавычек. Пропуски в столбцах (за отсутствием данных) не оставляют пустыми, а заполняют знаком тире.

Числовые данные в таблицах не сопровождают единицами величин, а выносят последние в текст боковика, головки или общего названия таблицы.

Примечания и сноски к таблицам печатают непосредственно под ними, более мелким шрифтом (кегль 12), чтобы отделить текст сноски или примечания от последующего основного текста. Сноски к цифрам обозначаются только звездочками.

Формулы

Формулы набираются только в редакторе формул Equation 3.0, который на панели управления выглядит как $\sqrt{a}$. Если его там нет, необходимо выполнить следующие действия: *Вид – Панель инструментов – Настройка – Команды – Вставка* – $\sqrt{a}$ (редактор формул). Его следует выделить и вынести на панель управления.

При наборе формул рекомендуется использовать следующие размеры шрифтов: основной – 11, крупный индекс – 8, мелкий индекс – 7, крупный символ – 14, мелкий символ – 9.

Для того чтобы соблюсти все правила набора формул (латинские буквы – курсивом, греческие и русские – прямым, как в основном тексте, так и в индексах), необходимо в *Редакторе формул* использовать соответствующие стили: *Математический* – для латинских и греческих букв, *Текст* – для русских.

Прямым шрифтом также набираются:

– cos, sin, tg и другие тригонометрические функции;

– max, min, opt, lim, log, lg, const, det, exp;

– числа подобия – Ar (Архимеда), Bi (Био), Bo (Больцмана), Eu (Эйлера), Fo (Фурье), Gr (Грасгофа), M (Маха), Nu (Нуссельта), Pr (Прандтля), Re (Рейнольдса), St (Стантона) и др.;

– химические элементы и соединения;

– русские наименования единиц физических величин (м, кг, Вт, Ом).

Наиболее важные, а также длинные и громоздкие формулы выключают в отдельные строки. Так же располагают и все нумерованные формулы.

Экспликацию (расшифровку приведенных в правой и левой частях формулы буквенных обозначений величин) следует размещать в подбор, за словом «где» (без двоеточия после него). В конце каждой расшифровки ставят точку с запятой. Не следует начинать каждую расшифровку с новой строки, так как это снижает емкость листа. При большом числе формул с повторяющимися обозначениями целесообразно поместить в начале работы список обозначений с их расшифровкой и в экспликацию повторяющиеся обозначения не включать.

Перенос в формулах допускается делать на знаках соотношений, на отточии, на знаках сложения и вычитания и, в последнюю очередь, на знаке умножения в виде косого креста. Перенос на знаке деления не допускается. Математический знак, на котором прерывается формула, обязательно должен быть повторен в начале второй строки.

Нумеровать следует только наиболее важные формулы, на которые имеются ссылки в последующем тексте. Несколько небольших формул, составляющих единую группу, следует помещать в одну строку и объединять общим номером.

При нумерации формул, расположенных отдельными строками, номер помещают против середины группы формул. В работах, где нумеруется ограниченное число формул, рекомендуется использовать сквозную нумерацию. При ссылках на какую-либо формулу ее номер ставят точно в той же графической форме, что и после формулы, т.е. арабскими цифрами в круглых скобках. Например, «из уравнения (5) следует ...» и т.п.

Приложения

Если работа включает материалы, к которым читатель будет постоянно обращаться за справками, их желательно вынести в приложения за текст, где их проще и быстрее найти (таблицы количественных данных, стандартных показателей, картографический материал, иллюстративный материал – графики, схемы, диаграммы, фотографии, ксерокопии архивных документов и т.п.). Эти данные в работе выполняют справочно-вспомогательную роль.

Приложения помещаются после библиографического списка и не учитываются в общем объеме работы.

Ссылки на литературные источники

На все литературные источники (книги, статьи, ГОСТы, картографические материалы, архивные материалы, электронные ресурсы и т.п.) использованные (а также упоминаемые) при написании выпускной квалификационной работы даются ссылки в тексте. Ссылка приводится после упоминания автора использованной работы, цитирования

или приведения данных из источника. Ссылка оформляется в круглых скобках, с указанием фамилий автора (авторов) или названия работы (коллективная монография, энциклопедические издания и т.п.) и года издания. При упоминании автора использованной работы в самом тексте в ссылке приводится только год издания. При упоминании зарубежного автора в ссылке приводится оригинальное написание фамилии автора и год издания.

Примеры оформления ссылок:

Все эти виды многочисленны, но красная полевка в местах совместного обитания уступает по численности двум другим видам (Кошкина, 1957; Европейская рыжая полевка, 1981).

Одним из первых учет ловушками применил Ч. Элтон и др. (Elton et al., 1931), изучая в течение трех лет динамику численности мышей и полевок в окрестностях Оксфордского университета.

В дальнейшем А.Н.Формозов (1937) свел все сведения об учетах ловушко-линиями.

Список литературы (правила составления)

Список литературы – обязательный элемент любой исследовательской работы и строго оформляется по ГОСТу.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Башкирский государственный педагогический университет им. М.Акмуллы»
(ФГБОУ ВПО «БГПУ им. М.Акмуллы»)

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

СИСТЕМА МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА

ПО ОФОРМЛЕНИЮ ВЫПУСКНЫХ КВАЛИФИКАЦИОННЫХ РАБОТ И КУРСОВЫХ РАБОТ (ПРОЕКТОВ)

МР-02-09-2014

Официальное издание

Положение не может быть полностью или частично воспроизведено, тиражировано и распространено без письменного разрешения ректора ФГБОУ ВПО «БГПУ им. М.Акмуллы».

Предисловие

1 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОФОРМЛЕНИЮ ВЫПУСКНЫХ КВАЛИФИКАЦИОННЫХ РАБОТ И КУРСОВЫХ РАБОТ (ПРОЕКТОВ) РАЗРАБОТАНЫ Начальником УМУ Г.И. Калимуллиной _____

2 УТВЕРЖДАЮ
ректор ФГБОУ ВПО «БГПУ им. М.Акмуллы» _____ Р.М. Асадуллин

Экземпляр № 1

3 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОФОРМЛЕНИЮ ВЫПУСКНЫХ КВАЛИФИКАЦИОННЫХ РАБОТ И КУРСОВЫХ РАБОТ (ПРОЕКТОВ) введены в действие 25 03 2014 года приказом ректора ФГБОУ ВПО «БГПУ им. М. Акмуллы» № 576

4 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОФОРМЛЕНИЮ ВЫПУСКНЫХ КВАЛИФИКАЦИОННЫХ РАБОТ И КУРСОВЫХ РАБОТ (ПРОЕКТОВ) СОГЛАСОВАНЫ

Проректор по учебной работе _____ М.В. Михайлов

Начальник юридического отдела _____ Э.М. Даянова

Начальник отдела документационного обеспечения _____ Г.Р. Фаттахова

4 Данные МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОФОРМЛЕНИЮ ВЫПУСКНЫХ КВАЛИФИКАЦИОННЫХ РАБОТ И КУРСОВЫХ РАБОТ (ПРОЕКТОВ) введены взамен Положения об оформлении курсовых работ, введенных в действие приказом ректора ГОУ ВПО «БГПУ» от «28» мая 2008 г.

Содержание

1 Общие положения …….. 4
2 Общие требования к оформлению работ ……. 4
3 Правила компьютерного оформления текста …….. 5
4 Числа и знаки в тексте …….. 7
5 Сокращения в тексте ……..…… 9
6 Рисунки ……..……. 9
7 Таблицы …….. 12
8 Формулы ……. 14
9 Приложения ……. 16
10 Содержание …… 17
11 Ссылки на использованные источники ……. 17
12 Список источников (правила составления) …… 18
13 Заключительные положения ……. 18

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Данные рекомендации составлены на основе государственных и отраслевых стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу, а также на основе документов, регламентирующих издательскую деятельность в вузе, на основе нормативных требований к промежуточной и итоговой государственной аттестации выпускников. Излагаются требования к компьютерному набору, правила оформления рукописи и ее документального сопровождения, требования к оформлению библиографических записей.

1.2 В приложении приводятся образцы оформления титульного листа выпускной квалификационной работы (далее – ВКР) и курсовой работы (приложения 1, 2), бланков сопроводительной документации ВКР: заявления на закрепление темы, отзыва руководителя ВКР, рецензии, заключения заведующего кафедрой, автореферата магистерской диссертации (приложения 3-7), примеры общепринятых сокращений слов и словосочетаний (приложение 8), примеры оформления библиографических записей (приложения 9).

1.3 Унификация требований к оформлению работ отвечает требованиям системы менеджмента качества образовательного процесса, реализуемой БГПУ им.М.Акмуллы.

2 ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ РАБОТ

2.1 Выпускная квалификационная работа представляется в твердом переплете. Курсовая работа может быть представлена в мягком переплёте.

2.2 Текст должен быть набран на компьютере и отпечатан на стандартных листах белой бумаги формата А4 (210х297 мм).

Текст набирается в редакторе MS Word. При наборе рекомендуется использовать гарнитуру шрифта Times New Roman , размер основного шрифта – 14 пт, вспомогательного (для сносок, таблиц) – 12 пт (меню – главная – шрифт).

Межстрочный интервал – 1,5 (меню – главная – абзац).

Поля: левое – 30 мм, правое – 15 мм, верхнее – 20 мм, нижнее – 20 мм (меню – разметка страницы – поля – обычное)

2.3 Наименование разделов, глав, параграфов должны быть краткими.

2.4 Все страницы работы нумеруются по порядку от титульного листа до последней страницы. Номера страниц проставляются внизу в центре страницы без точки в конце (меню – вставка – номер страницы – внизу страницы). Первой страницей считается титульный лист, но на нем цифра 1 не ставится (меню – конструктор – параметры – особый колонтитул для первой страницы). На следующей странице (вслед за титульным листом обычно располагается содержание) проставляется цифра 2 и т.д., т.е. страницы работы нумеруются арабскими цифрами нормальным шрифтом с соблюдением сквозной нумерации по всему тексту. Иллюстрации, таблицы и схемы, расположенные на отдельных листах внутри текста, входят в общую нумерацию.

3 ПРАВИЛА КОМПЬЮТЕРНОГО ОФОРМЛЕНИЯ ТЕКСТА

3.1 Перенос слов в заголовках не допускается. Наименование разделов (введение, содержание, заключение, список литературы, приложения) печатаются в виде заголовков первого порядка, без точки в конце и с новой страницы. Во избежание смещения начала главы рекомендуется перед заголовком ставить разрыв страницы (меню – вставка – разрыв – новую страницу).

3.2 Текст набирается с соблюдением следующих правил:

3.2.1 Формирование абзацев выполняется через команду Формат – Абзац – 1,25;

3.2.2 Слова разделяются только одним пробелом;

3.2.3 Перед знаком препинания пробелы не ставятся, после знака препинания – один пробел;

3.2.4 При наборе должны различаться тире (длинная черточка) и дефисы (короткая черточка). Тире отделяется пробелами, а дефис нет.

3.2.5 После инициалов перед фамилией, внутри сокращений, перед сокращением г.– указанием года и т.п. ставится неразрывный пробел (Shift-Ctrl-пробел), для того чтобы не разрывать цельность написания, например: А.С. Пушкин, 1998 г., т. д., т. е.;

3.2.6 Основной текст выравнивается по ширине, с отступом первой строки 1,25 см;

3.2.7 Точка в конце заголовка не ставится; рекомендуется смысловое деление заголовка по строкам;

3.2.8. Таблицы набираются кеглем 12 и помещаются в основной текст;

3.2.9. Цитаты, прямую речь, иносказательные выражения лучше помещать в двойные кавычки;

3.2.10 При трехуровневой рубрикации (главы – параграфы – пункты) заголовки первого уровня (введение, содержание, названия глав, заключение, список литературы, приложения) набираются прописными полужирными буквами (шрифт 14), второго (названия параграфов) – строчными полужирными (шрифт 14), третьего (названия в пунктах параграфа) – строчным полужирным курсивом (шрифт 14). При двухуровневой рубрикации заголовки первого уровня (названия глав и пр.) – строчными полужирными (шрифт 14), второго (названия параграфов) – полужирным курсивом (шрифт 14). Выравнивание заголовков – по центру. Нумеровать главы, параграфы, пункты в тексте работы следует арабскими цифрами.

Пример:

Глава 2. СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕРРИТОРИИ
2.1. Население
2.1.1. Возрастной состав

3.2.11 При сочетании полужирных и светлых шрифтовых выделений следует иметь в виду, что полужирный строчной прямой «старше», «главнее» полужирного строчного курсива, который, в свою очередь, «главнее» светлого строчного курсива. Эту иерархию особенно следует учитывать при

внутритекстовой рубрикации, по-разному выделяя понятия, определения, термины, примеры, логические усиления и т.п.

Рекомендуемый пример записи определения (расшифровки термина):

Педагогика – искусство воспитания.

Рекомендуемый пример записи решения задачи:

Задача 1.
Дано: исходные данные;
Решение/доказательство: развернутое доказательство;
Ответ: полученный результат.

3.3 Не допускаются:

- интервалы между абзацами в основном тексте;

- перенос слов в заголовках, а также отрыв предлога или союза от относящегося к нему слова.

- формирование отступов с помощью пробелов;

- «ручной» перенос слов с помощью дефиса;

- внутритекстовые выделения подчеркиванием и прописными буквами;

- использование разрывов разделов (глав), кроме случаев смешанных (книжных и альбомных) ориентаций листов;

- выделение текста подчеркиванием.

4 ЧИСЛА И ЗНАКИ В ТЕКСТЕ

4.1 Однозначные числа не при единицах физических величин, если они встречаются в тексте в косвенных падежах, рекомендуется писать в буквенной, а не в цифровой форме (например, «одного», «двух» и т.д.).

4.2 Крупные круглые числа (тысячи, миллионы, миллиарды) рекомендуется писать в буквенно-цифровой форме – в виде сочетания цифр с сокращенными обозначениями: 20 тыс., 20 млн., 20 млрд.

4.3 В числах с десятичными дробями целое число отделяют от дроби запятой, а не точкой. Например: 6,5 или 8,12.

Простые дроби в тексте рекомендуется писать через косую линейку: 1/5, 2/3 и т.д.

4.4. Для обозначения интервала значений в технических и естественнонаучных изданиях предпочтительным является стандартный знак многоточие (...) между числами в цифровой форме, в гуманитарных и экономических – тире или предлоги: от (перед первым числом) и до (перед вторым).

При указании пределов значений единицу измерения приводят один раз. Например: 35–40 мм, от 5 до 6 мм.

4.5 Если однозначные порядковые числительные следуют одно за другим, то они могут быть даны цифрами, причем падежное окончание (наращение) ставят только при последней цифре. Например: 3, 5, 7 и 8-я позиции, но 4-я и 10-я.

4.6 Сложные прилагательные, первой частью которых является числительное, а второй – метрическая мера, процент или другая единица величины, следует писать так: 5-литровый, 20%-ный, 10-тонный.

4.7 Падежное окончание в порядковых числительных, обозначенных арабскими цифрами, должно быть однобуквенным, если последней букве числительного предшествует гласная (5-й, 7-е, 10-м), и двухбуквенным, если последней букве числительного предшествует согласная (5-го, 50-му).

4.8 Математические обозначения =, ~, <, > и др. допускается применять только в формулах. В тексте их следует передавать словами равно, приблизительно, меньше, больше. Например, нельзя писать ... > 5 м, нужно: больше 5 м.

4.9 Если числа используются в качестве числового примера (в примерах математического характера), необходимо применять к ним требования к использованию формул (см. п.7).

5 СОКРАЩЕНИЯ В ТЕКСТЕ

5.1 Вольные сокращения слов не допускаются, примеры принятых сокращений слов приводятся в справочной литературе и в приложении.

5.2 Обязательно сокращают стоящие перед цифрой слова, обозначающие ссылку в тексте на тот или иной его элемент: том – т., часть – ч., выпуск – вып., рисунок – рис., издание – изд., таблица – табл., глава – глав., раздел – разд., параграф – §, пункт – п.

5.3 Указанные ниже ученые степени, должности или профессии приводят в сокращенном виде: академик – акад., технических наук – техн. н., член-корреспондент – чл.-корр., экономических – экон., профессор – проф., философских – филос., филологических – филол., доцент – доц., исторических – ист., доктор – д-р, физико-математических – физ.-мат., кандидат – канд.

5.4 Сокращают названия организаций, учреждений, а также термины, принятые в научной и технической литературе (сокращения не делают в начале фразы): БГПУ, ВИНИТИ, СВЧ, КПД, ЭДС, термо-ЭДС, ИК-диапазон, МОП-структура и т.п.

5.5 Сокращения (аббревиатуры) вводят по тексту при первом упоминании названий и терминов, с указанием в скобках (далее - …), например: «Башкирский государственный педагогический университет им. М.Акмуллы (далее – БГПУ им. М.Акмуллы)».

5.6 Сокращают поясняющие слова: то есть – т.е., и прочие – и пр., и тому подобное – и т.п., смотри – см., и другие – и др., сравни – ср.

5.7 Только в словарях и в справочниках допускаются следующие сокращения: так называемый – т.н., около – ок., так как – т.к., уравнение – ур-ние, например – напр., формула – ф-ла.

6 РИСУНКИ

6.1 Рисунки в работе могут быть двух видов: отсканированные и построенные с использованием графического редактора.

6.2 Общими для тех и других являются следующие требования:

6.2.1. Площадь изображения вместе с подрисуночной подписью не должна выходить за поля основного текста.

6.2.2. Все рисунки должны быть выполнены в едином масштабе или допускать приведение к нему, быть соизмеримы друг с другом.

6.2.3. Шрифт, которым выполняются надписи на рисунках, не должен быть крупнее 11-го и мельче 7-го.

6.3 Для сканирования следует использовать только оригиналы (первоисточники) рисунков: фотографий, сложных чертежей, диаграмм и т.п. Сканирование с ксерокопий и других вторичных документов не допускается.

6.4 Штриховые рисунки – графики, структурные и функциональные схемы – должны строиться только в графическом редакторе в формате JPEG с разрешением 300 dpi. Допустимы форматы TIF (TIFF), WMF, BMP. Другие форматы не используются.

6.5 Для того чтобы рисунки, выполненные средствами Word, при попытке открыть их не «разваливались» на составляющие, они должны быть сгруппированы.

6.6 Количество рисунков в работе диктуется целесообразностью. Их следует располагать непосредственно после текста, в котором они упоминаются впервые, а при невозможности размещения на данной странице переносятся на следующую.

6.7 Обозначения, термины и другие надписи на рисунках должны соответствовать тексту и подрисуночным подписям. Текст, связанный с рисунком (надписи и подписи), набирается 12-м шрифтом. Текстовые надписи на рисунках следует заменить цифровыми обозначениями, кроме надписей, обозначающих среды и направления (Вода, Газ, К выходу и т.п.). Текстовые надписи начинают с прописной буквы, сокращения в них не допускаются. Цифровые обозначения раскрываются в подрисуночных подписях.

6.8 На рисунках используют следующие виды условных обозначений:

6.8.1. *Арабские цифры*. Ими обозначают детали изображения, значения (названия) которых расшифровывают в экспликации подписи или в тексте, проставляя после соответствующих слов.

6.8.2. *Римские цифры*. Ими обозначают части изделий, зоны действия, распространения.

6.8.3. *Прописные буквы латинского алфавита*. Ими обозначают точки геометрических фигур, узлы изделий, вершины углов, электроизмерительные приборы и т.п.

6.8.4. *Прописные буквы русского или латинского алфавита с арабскими цифрами*. Ими обозначают элементы электрических схем.

6.8.5. *Строчные буквы латинского и греческого алфавитов*. Первыми обозначают отрезки геометрических фигур, вторыми – углы на этих фигурах.

6.9 Если все позиции рисунка раскрываются в тексте, а развернутые подписи отсутствуют, то цифры на рисунке ставят в порядке упоминания их в тексте. Если же позиции раскрываются лишь в подрисуночной подписи, то на рисунке их нумеруют по часовой стрелке. При этом по всей рукописи должно быть выдержано единообразие.

6.10 Нумерация рисунков сквозная.

6.11 Полную подрисуночную подпись составляют следующие элементы:

- сокращение «Рис.» и его порядковый номер, на который обязательно должна быть ссылка в тексте;

- собственно подпись;

- экспликация (если нужно), т.е. пояснение деталей (частей) рисунка.

6.12 Сокращение с порядковым номером без подписи нельзя дополнять экспликацией (расшифровкой приведенных в рисунке цифровых или буквенных обозначений).

Правильно:

Рис. 2: Строение излома: *1* – поверхность усталостного разрушения с бороздками; *2* – зона долома.

6.13 Если работа содержит всего один рисунок, то номер ему не присваивается, сокращение «рис.» под ним не пишется, а упоминание его в тексте формулируется так: «На рисунке приведена зависимость...» или «см. рисунок».

6.14 Между номером рисунка и тематической частью подписи ставится точка, после тематической части перед экспликацией (если она есть) – двоеточие, между элементами экспликации – точка с запятой. В конце подрисуночной подписи точка не ставится.

7 ТАБЛИЦЫ

7.1 Таблицей называют цифровой и текстовой материал, сгруппированный в определенном порядке в горизонтальные строки и вертикальные графы (столбцы), разделенные линейками. Верхнюю часть таблицы называют головкой (чаще употребляют слово «шапка»), левую графу — боковиком.

7.2 Таблицы печатают при их первом упоминании. Небольшие таблицы следуют за абзацем, в котором была ссылка на них. Таблицы, занимающие больше половины страницы, – на следующей отдельной странице (страницах).

7.3 Над таблицей в правом верхнем углу обычным шрифтом пишут полностью: **Таблица 3**, а по центру – ее название (строчным полужирным). Если таблица переносится на несколько станиц, то под головкой таблицы делается дополнительная строка с нумерацией столбцов (кегль 12), на последующие страницы эта строка дублируется и вводится: **Продолжение табл. 3**, на последней – **Окончание табл. 3**.

Пример:

Таблица 3

Предельно допустимые концентрации или уровни некоторых суперэкотоксикантов в природных средах

Вещество	Вода, мг/л	Воздух, мг/м^3	Почва, мг/кг
1	2	3	4
Бенз(а)пирен	$5*10^{-6}$	$1*10^{-6}$	0,02
ДДТ	0,1	$5*10^{-4}$	0,1
ГХЦГ	0,02	0,03	0,1

Окончание таблицы 3

1	2	3	4
Ртуть	$5*10^{-4}$	$3*10^{-4}$	2,1
Кадмий	0,001	$3*10^{-4}$	-
Свинец	0,03	$3*10^{-4}$	32

7.4 Все таблицы в рукописи должны быть пронумерованы. Порядковая нумерация таблиц должна быть сквозной. Если таблица в работе всего одна, ее не нумеруют и слово **Таблица** над ней не пишут: читатель и так видит, что перед ним таблица.

7.5 Ссылки в тексте на таблицы дают в сокращенном виде, например: **табл. 1**, **табл. 5**.

7.6 На каждую таблицу в тексте обязательно делается ссылка. Она должна органически входить в текст, а не выделяться в самостоятельную фразу, повторяющую тематический заголовок таблицы. Поэтому, например, вариант «Емкость варикапа зависит от напряжения (табл. 8)» предпочтительнее варианта «Зависимость емкости варикапа от напряжения показана в табл. 8».

7.7 Таблицы можно давать с заголовками и без заголовков. Заголовок необходим во всех случаях, когда таблица имеет самостоятельное значение и читатель может обратиться к ней помимо текста. Без заголовков дают таблицы вспомогательного значения.

7.8 Головки таблиц должны состоять из заголовков к каждому столбцу, не исключая боковика, т.е. в верхнем левом углу таблицы обязательно помещается заголовок к боковику. Ячейка головки над боковиком не должна оставаться пустой. Заголовок следует формулировать кратко и в единственном числе. Вместо слов можно давать буквенные обозначения (например, d, мм; V, В; Р, Вт).

7.9 Диагональные линейки в таблицах не допускаются.

7.10 Столбцы (графы) и строки в таблицах нумеруют только в том случае, если в этом есть необходимость (например, при переносе длинной таблицы или когда в тексте есть ссылки на отдельные столбцы или строки).

7.11 Повторяющийся буквенный (но не цифровой) текст, если он состоит из одного слова, может быть заменен кавычками. Если повторяющийся текст содержит более одного слова, то при первом повторении его заменяют словами «То же», при следующих повторениях под словами «То же» ставят две пары кавычек. Пропуски в столбцах (за отсутствием данных) не оставляют пустыми, а заполняют знаком тире.

7.12 Числовые данные в таблицах не сопровождают единицами величин, а выносят последние в текст боковика, головки или общего названия таблицы.

7.13 Примечания и сноски к таблицам печатают непосредственно под ними, более мелким шрифтом (кегль 12), чтобы отделить текст сноски или примечания от последующего основного текста. Сноски к цифрам обозначаются только звездочками.

7.14 При большом количестве и объеме таблиц в тексте работы допускается набор текста по сравнению с основным текстом более мелким кеглем (12) и с одинарным интервалом.

8 ФОРМУЛЫ

8.1 Формулы набираются только в редакторе формул Equation 3.0, который на панели управления выглядит как $\sqrt{a}$. Если его там нет, необходимо выполнить следующие действия: *Вид – Панель инструментов – Настройка – Команды – Вставка* – $\sqrt{a}$ (редактор формул). Его следует выделить и вынести на панель управления.

8.2 При наборе формул рекомендуется использовать следующие размеры шрифтов: основной – 11, крупный индекс – 8, мелкий индекс – 7, крупный символ – 14, мелкий символ – 9.

8.3 Для того чтобы соблюсти все правила набора формул (латинские буквы – курсивом, греческие и русские – прямым, как в основном тексте, так и в индексах), необходимо в *Редакторе формул* использовать соответствующие стили: *Математический* – для латинских и греческих букв, *Текст* – для русских.

Прямым шрифтом также набираются:

– cos, sin, tg и другие тригонометрические функции;

– max, min, opt, lim, log, lg, const, det, exp;

– числа подобия – Ar (Архимеда), Bi (Био), Bo (Больцмана), Eu (Эйлера), Fo (Фурье), Gr (Грасгофа), M (Маха), Nu (Нуссельта), Pr (Прандтля), Re (Рейнольдса), St (Стантона) и др.;

– химические элементы и соединения;

– русские наименования единиц физических величин (м, кг, Вт, Ом).

8.4 Наиболее важные, а также длинные и громоздкие формулы выключают в отдельные строки с выравниванием «по центру». Так же располагают и все нумерованные формулы.

8.5 Нумеровать следует только наиболее важные формулы, на которые имеются ссылки в последующем тексте. Несколько небольших формул, составляющих единую группу, следует помещать в одну строку и объединять общим номером. Номер формулы ставится после нее, с выравниванием по правому краю.

8.6 При нумерации формул, расположенных отдельными строками, номер помещают против середины группы формул, либо в последней (нижней) строке с выравниванием «по правому краю».

8.7 В работах, где нумеруется ограниченное число формул, рекомендуется использовать сквозную нумерацию. При ссылках на какую-либо формулу ее номер ставят точно в той же графической форме, что и после формулы, т.е. арабскими цифрами в круглых скобках. Например, «из уравнения (5) следует ...» и т.п.

8.8 Экспликацию (расшифровку приведенных в правой и левой частях формулы буквенных обозначений величин) следует размещать в подбор, за словом «где» (без двоеточия после него). В конце каждой расшифровки ставят точку с запятой. Не следует начинать каждую расшифровку с новой строки, так как это снижает емкость листа. При большом числе формул с повторяющимися обозначениями целесообразно поместить в начале работы список обозначений с их расшифровкой и в экспликацию повторяющиеся обозначения не включать.

8.9 Перенос в формулах допускается делать на знаках соотношений, на отточии, на знаках сложения и вычитания и, в последнюю очередь, на знаке умножения в виде косого креста. Перенос на знаке деления не допускается. Математический знак, на котором прерывается формула, обязательно должен быть повторен в начале второй строки.

8.10 Если используется несколько математических выражений, расположенных отдельными строками друг за другом (без перебивки текстом), например решение уравнения и задачи, то к ним следует применять выравнивание «по левому краю» с абзацным отступом (1,25).

9 ПРИЛОЖЕНИЯ

9.1 Если работа включает материалы, к которым читатель будет постоянно обращаться за справками, их желательно вынести в приложения за текст, где их проще и быстрее найти (таблицы количественных данных, стандартных показателей, картографический материал, иллюстративный материал – графики, схемы, диаграммы, фотографии, ксерокопии архивных документов и т.п.). Эти данные в работе выполняют справочно-вспомогательную роль.

9.2 Приложения помещаются после библиографического списка и не учитываются в общем объеме работы. На отдельной странице в центре помещается надпись ПРИЛОЖЕНИЯ, в содержании указывается номер этой страницы.

9.3 Каждое приложение желательно начинать на новой станице, перед основной информацией в правом верхнем углу обычным шрифтом пишут полностью: **Приложение 2**, а по центру – название.

9.4 Все приложения должны быть пронумерованы. Порядковая нумерация приложений должна быть сквозной.

9.5 Приложения обязательно должны иметь ссылки на них, которые печатаются в тексте при их первом упоминании. Ссылки в тексте на приложения дают в сокращенном виде, например: **прил. 2**.

10 СОДЕРЖАНИЕ

10.1 Содержание раскрывает структуру работы и размещается в начале после титульного листа.

10.2 Для формирования содержания желательно воспользоваться функцией редактора MS Word «автособираемое оглавление» (на панели инструментов закладка «ссылки» - «оглавление» - «автособираемое оглавление»). При этом при редактировании текста:

- основной текст должен иметь стиль «обычный» (требования к нему – см. п.1 настоящих рекомендаций),
- основные заголовки (ВВЕДЕНИЕ, ГЛАВА I, …, ЗАКЛЮЧЕНИЕ, ЛИТЕРАТУРА, ПРИЛОЖЕНИЯ) – стиль «Заголовок 1»,
- подзаголовки (т.е. названия параграфов) – стиль «Заголовок 2».

11 ССЫЛКИ НА ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

11.1 На все источники (книги, статьи, ГОСТы, картографические материалы, архивные материалы, электронные ресурсы и т.п.), использованные (а также упоминаемые) при написании выпускной квалификационной и/или курсовой работы даются ссылки в тексте.

11.2 Ссылка приводится после упоминания автора использованной работы, цитирования или приведения данных из источника.

11.3 Ссылка оформляется в круглых скобках, с указанием фамилий автора (авторов) или названия работы (коллективная монография, энциклопедические издания и т.п.) и года издания. При упоминании автора использованной работы в самом тексте в ссылке приводится только год издания. При упоминании зарубежного автора в ссылке приводится оригинальное написание фамилии автора и год издания.

Примеры оформления ссылок:

Все эти виды многочисленны, но красная полевка в местах совместного обитания уступает по численности двум другим видам (Кошкина, 1957; Европейская рыжая полевка, 1981).

Одним из первых учет ловушками применил Ч.Элтон и др. (Elton et al., 1931), изучая в течение трех лет динамику численности мышей и полевок в окрестностях Оксфордского университета.

В дальнейшем А.Н.Формозов (1937) свел все сведения об учетах ловушко-линиями.

12 СПИСОК ИСТОЧНИКОВ (ПРАВИЛА СОСТАВЛЕНИЯ)

12.1 Список источников – обязательный элемент любой исследовательской работы. В выпускных квалификационных и курсовых работах в список следует включать всю использованную студентом литературу, на которую имеются ссылки в тексте.

12.2 Список источников озаглавливается как **Литература** и помещается в конце работы перед **Приложением (**если в приложении нет ссылок на литературные источники) или после Приложения (если в последнем имеются ссылки на использованную литературу).

12.3 Литературные источники располагаются в алфавитном порядке и нумеруются, сначала все издания на русском языке, затем – на иностранном.

12.4 Библиографические записи оформляются единообразно согласно требованиям в зависимости от вида источника.

13 ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

13.1 Настоящие методические рекомендации вступают в силу с момента утверждения его ректором университета.

13.2 Все изменения и дополнения могут быть внесены приказом ректора по представлению начальника учебно-методического управления и согласованию с проректором по учебной работе Университета.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Образец титульного листа ВКР

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМ.М.АКМУЛЛЫ»

ЕСТЕСТВЕННО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра экологии и
природопользования

Направление 020000–
Экология и природопользование,
профиль «Природопользование»
Курс IV

ИВАНОВА СВЕТЛАНА ВИКТОРОВНА

ОСОБЕННОСТИ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕРРИТОРИИ ПРОЕКТИРУЕМОГО ПРИРОДНОГО ПАРКА «ИРЕМЕЛЬ»

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

Научный руководитель:
д.г.н., проф. Р.Ш. Кашапов

Дата защиты_____
Оценка_____

Уфа 2014

Приложение 2

Образец титульного листа курсовой работы (проекта)

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМ.М.АКМУЛЛЫ»

ЕСТЕСТВЕННО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра экологии и
природопользования

Направление 020000–
Экология и природопользование,
профиль «Природопользование»
Курс III

ИВАНОВА СВЕТЛАНА ВИКТОРОВНА

ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕРРИТОРИИ ПРОЕКТИРУЕМОГО ПРИРОДНОГО ПАРКА «ИРЕМЕЛЬ»

КУРСОВАЯ РАБОТА

Научный руководитель:
д.г.н., проф. Р.Ш. Кашапов

№ регистрации по журналу
учета курсовых работ_____
Дата защиты _____
Оценка_____
подпись руководителя

Уфа 2014

Приложение 3

Образец заявления студента на закрепление темы ВКР

Заведующему кафедрой

_____
(название кафедры)
БГПУ им. М.Акмуллы

_____
(Ф.И.О. заведующего, уч.степень)
студента (ки) _____

_____
(факультет, направлении/специальность)

_____
(форма обучения)

_____
(Ф. И.О. студента в родит.падеже)

ЗАЯВЛЕНИЕ.

Прошу закрепить за мной выпускную квалификационную работу на тему:_____
_____
_____
_____
_____
(рабочее полное название темы)

Научный руководитель: _____
(фамилия, имя, отчество, должность, ученая степень, ученое звание)
Научный руководитель: _____«Согласен»
(подпись)
Дата: _____
Подпись студента _____
(подпись)
Дата:_____

Решение кафедры:

_____
(утвердить, отклонить, доработать)
Зав. кафедрой_____
(подпись)
Дата: _____
Протокол № _____

Приложение 4

Образец отзыва руководителя на ВКР

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМ. М. АКМУЛЛЫ»
КАФЕДРА _____

О Т З Ы В Р У К О В О Д И Т Е Л Я

На работу студента_____
выполненную на тему_____
_____
1. Актуальность работы_____
_____
_____
2. Научная новизна работы_____
_____
3. Оценка содержания работы_____
_____
4. Положительные стороны работы_____
_____
5. Замечания_____
_____
_____
6. Рекомендации по внедрению результатов работы_____
_____
_____
7. Рекомендуемая оценка_____
8. Дополнительная информация для аттестационной комиссии
_____
_____
Научный руководитель_____
_____
(подпись) (фамилия, имя, отчество)
_____
(ученая степень, звание, должность, место работы)

_____
дата

Приложение 5

Образец рецензии на ВКР

РЕЦЕНЗИЯ

на выпускную квалификационную работу студента(ки)
_____факультета/института
Башкирского государственного педагогического университета им. М. Акмуллы

_____

_____

(фамилия, имя, отчество студента)

выполненную на тему:_____
_____

---

1. Актуальность, новизна исследования_____
_____
_____
_____

2 Оценка содержания работы_____
_____
_____
_____

3 Отличительные, положительные стороны работы_____
_____
_____
_____
_____
_____

4. Практическое значение и рекомендации по внедрению
_____
_____
_____
_____

5 Недостатки и замечания по работе_____
_____
_____

6. Рекомендуемая оценка_____

Рецензент_____ _____
(подпись) (фамилия, имя, отчество)

_____
(ученая степень, звание, должность, место работы)

Приложение 6

Образец заключения заведующего кафедрой на ВКР

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМ. М. АКМУЛЛЫ»
КАФЕДРА _____

З А К Л Ю Ч Е Н И Е

Заведующего кафедрой _____
(фамилия, имя, отчество зав.кафедрой)
Квалификационная выпускная работа студента группы_____
_____
(фамилия, имя, отчество студента)
выполненная на тему_____
_____
_____
в объеме_____ с., с приложением _____с.
соответствует установленным требованиям и допускается кафедрой к защите.

Заведующий кафедрой
«_____ »_____20___ г.

Приложение 7

Образец оформления и структуры автореферата магистерской диссертации

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФГБОУ ВПО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ.М.АКМУЛЛЫ»

На правах рукописи

Фамилия Имя Отчество

ТЕМА МАГИСТЕРСКОЙ ДИССЕРТАЦИИ

Автореферат диссертации на соискание
квалификационной степени магистра.
Направление _____ (шифр, название)
Программа «_____ (название)

Уфа 2014

Работа выполнена на кафедре _____ _____ факультета/института ФГБОУ ВПО «Башкирский государственный педагогический университет им. М.Акмуллы»

Научный руководитель: ученая степень, ученое звание
Фамилия Имя Отчество

Рецензенты: ученая степень, ученое звание
Фамилия Имя Отчество

ученая степень, ученое звание
Фамилия Имя Отчество

Защита состоится «__» ___ 2014 г. в __.00 на заседании государственной экзаменационной комиссии при Башкирском государственном педагогическом университете им. М.Акмуллы по адресу: 450000, г.Уфа, ул. _____, д.____, ауд.____.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВПО «Башкирский государственный педагогический университет им. М.Акмуллы»

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность. Актуальность проблемы определяется …

Цель и задачи исследования. Цель данной работы –

Задачи:

1.
2.

Методологическая основа. При работе над диссертацией использовались положения и выводы ученых-специалистов в области …, таких как …. Большинство выводов работы основано на результатах исследований автора, в основу которых положены методики… В работе рассмотрены фондовые материалы …

Информационная база. Поставленная цель достигается в процессе изучения нормативно-правовых актов, научной и специальной литературы, Интернет-источников; собственных исследований; анализа современного состояния отрасли; международной и отечественной практики исследования состояния вопроса; развития …..

Новизна исследования и научные результаты. До настоящего времени поставленная в работе проблема … является исследованной в недостаточной мере (аргументация).

Объектом исследования является …. **Предметом** исследования выступает ….

Апробация работы: публикация материалов в сборниках….; участие в работе конференций…, обсуждение результатов работы с … (экспертами).

По теме диссертации опубликованы (сколько) работы.

Положения, выносимые на защиту:

1. .
2. .

Практическая значимость. Материалы, представленные в работе, могут быть использованы как …

Структура работы. Диссертационная работа состоит из введения, (*количество*) глав, заключения, списка использованной литературы, приложений. Текстовая часть проиллюстрирована (*количество*) рисунками, список использованных источников включает нормативно-правовые документы, наименования научной и специальной литературы, Интернет-источники общим объемом (*количество*) источников.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Глава 1. Посвящена…

Глава 2. Рассматриваются вопросы…

Глава 3. Представлены результаты проведенного исследования…

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ АВТОРА ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Требования к оформлению автореферата:

Первая страница – титульный лист, вторая страница – оборот титульного листа. С третьей страницы начинается само содержание автореферата.

Структура автореферата дана выше, основные пункты выделены жирным шрифтом, остальные формулировки – только для примера (придерживаться этих формулировок не обязательно). Структура автореферата может отличаться в зависимости от направления и программы подготовки, если по ним разработаны соответствующие методические рекомендации кафедры.

Набирается на листе формата А4, все поля – по 2 см.

Оформляется по стандартным требованиям печатных работ .

Объем автореферата (вместе с обложкой) должен составлять либо 20, либо 24 страницы (реально объем текста – меньше; последний лист – задняя обложка, снаружи обязательно должен быть чистым, внутри – по ситуации; при наборе текста можно добавить в конце пустые страницы, чтобы довести объем автореферата до 20 или 24 страниц).

При распечатке ставится режим «две страницы на лист», в паре требуемых для распечатки страниц всегда в начале ставится чётная (см. алгоритм).

После распечатки автореферат сброшюровывается степлером и приобретает формат А5.

Один из рецензентов обязательно должен быть внешним, то есть не работать в БГПУ им. М.Акмуллы ни на каких основаниях (совместитель, работодатель, член ГЭК и пр.).

За 10 дней до защиты магистрант сдает на кафедру 7 экземпляров автореферата (согласно Положения об ИГА).

Алгоритм распечатки документа формата А5 на «домашнем» принтере:

Если у вас объем автореферата 24 страницы:
Печать – страницы –
24, 1 - распечатываете, переворачиваете лист, задаете
2, 23
Другой лист, задаете страницы
22, 3 - распечатываете, переворачиваете лист, задаете
4, 21
Другой лист, задаете страницы
20, 5 - распечатываете, переворачиваете лист, задаете
6, 19
Другой лист, задаете страницы
18, 7 - распечатываете, переворачиваете лист, задаете
8, 17
Другой лист, задаете страницы
16, 9 - распечатываете, переворачиваете лист, задаете
10, 15
Другой лист, задаете страницы
14, 11 - распечатываете, переворачиваете лист, задаете
12, 13

Если у вас объем автореферата 20 страниц:
Печать – страницы –
20, 1 - на обороте 2, 19
Другой лист:
18, 3 - на обороте 4, 17
Другой лист:
16, 5 - на обороте 6, 15
Другой лист:
14, 7 - на обороте 8, 13
Другой лист:
12, 9 - на обороте 10, 11

Приложение 8

Примеры общепринятых принятых сокращений слов и словосочетаний по ГОСТ 7.12-93

Слово (словосочетание)	Сокращение	Условия применения
1	2	3
Автор	Авт.	
Автореферат	Автореф.	
Авторское свидетельство	А.с.	
Академик	Акад.	При фамилии или названии учреждения
Ассоциация	Ассоц.	
Библиотека	Б-ка	
Введение	Введ.	
Включительно	Включ.	
Вопросы	Вопр.	
Выпуск	Вып.	
Высший	Высш.	
Глава	Гл.	При цифрах и в примечаниях
Город	г.	При названии
Государственный	Гос.	
График	Граф.	
Депонированный	Деп.	
Дискуссия	Дискус.	
Диссертация	Дис.	
Доклад	Докл.	
Доктор	Д-Р	В названии ученой степени
Дополнение	Доп.	
Доцент	Доц.	При фамилии или названии учреждения
Ежедневный	Ежедн.	
Журнал	Журн.	
Копия	Коп.	
Лаборатория	Лаб.	
Лист.	л.	При цифрах и в примечаниях
Литература	Лит.	
Математический	Мат.	
Медицинский	Мед.	
Месяц	Мес.	
Механический	Мех.	
Министерство	М-во	
Младший	Мл.	
Научный	Науч.	

Национальный	Нац.	
Общество	О-во	
Около	ок.	При цифрах
Ответственный	Отв.	
Оформление	Оформ.	
Патент	пат.	
Перевод	Пер.	
План	Пл.	
Председатель	Пред.	При названии учреждения
Приложение	Прил.	
Примечание	Примеч.	
Продолжение	Продолж.	
Производственный	Произв.	
Профессор	Проф.	При фамилии или названия учреждения
Раздел	Разд.	При цифрах и в примечаниях
Республика	Респ.	
Реферат	Реф.	
Рецензия	Рец.	
Санкт-Петербург	СПБ	В выходных данных
Сборник	Сб.	
Свыше	Св.	При цифрах
Сельскохозяйственный	С.-х.	
Серия	Сер.	
Смотри	См.	
Справочник	Спр.	
Статистический	Стат.	
Статья	Ст.	
страница	С.	При цифрах
Таблица	Табл.	
Титульный лист	Тит. л.	
Том	Т.	При цифрах
Указатель	Указ.	
Университет	Ун-т	
Учебник	Учеб.	
Факультет	Фак.	
Филиал	Фил.	
Часть	Ч.	
Энциклопедия	Энцикл.	

Приложение 9

Примеры оформления библиографических записей

КНИГИ

ОДНОТОМНЫЕ ИЗДАНИЯ

Семенов, В. В. Философия: итог тысячелетий. Философская психология [Текст] / В. В. Семенов ; Рос. акад. наук, Пущин. науч. центр, Ин-т биофизики клетки, Акад. проблем сохранения жизни. – Пущино : ПНЦ РАН, 2000. – 64 с. – Библиогр.: с. 60-65. – ISBN 5-201-14433-0.

Ерина, Е. М. Обычаи поволжских немцев [Текст] = Sitten und Brauche der Wolgadeutchen / Екатерина Ерина, Валерия Салькова ; худож. Н. Стариков ; Междунар. союз нем. культуры. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Готика, 2002. – 102 с. : ил. – На обл. авт. не указаны. – Текст парал. рус., нем. – Библиогр.: с. 92-93. – ISBN 5-7834-0066-1.

Золотой ключик [Текст] : сказки рос. писателей : [для мл. и сред. шк. возраста] / сост. И. Полякова ; худож. В. Бритвин, Н. Дымова, С. Муравьев. – М. : Оникс, 2001. – 381 с. : ил. – (Золотая библиотека). – Содерж. авт.: А. Н. Толстой, Б. В. Заходер, А. М. Волков, Е. С. Велтистов, К. Булычев. – ISBN 5-249-00334-6 (в пер.).

Законодательные материалы

Запись под заголовком

Российская Федерация. Законы. Семейный кодекс Российской Федерации [Текст] : [федер. Закон : принят Гос. Думой 8 дек. 1995 г. : по состоянию на 3 янв. 2001 г.]. – СПб. : Victory : Стаун-кантри, 2001. – 94 с. – На тит. л.: Проф. юрид. системы «Кодекс». – ISBN 5-7931-0142-X.

Запись под заглавием

Гражданский процессуальный кодекс РСФСР [Текст] : [принят третьей сес. Верхов. Совета РСФСР шестого созыва 11 июня 1964 г.] : офиц. Текст : по состоянию на 15 нояб. 2001 г. / М-во юстиции РФ. – М. : Маркетинг, 2001. – 159 с. – ISBN 5-94462-191-5.

Стандарты

Запись под заголовком

ГОСТ 7.53-2001. Издания. Международная стандартная нумерация книг [Текст]. – Взамен ГОСТ 7.53-86 ; введ. 2002-07-01. – Минск : Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации ; М. : Изд-во стандартов, сор. 2002. – 3 с. – (Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу).

Запись под заглавием

Издания. Международная стандартная нумерация книг [Текст] : ГОСТ 7.53-2001. – Взамен ГОСТ 7.53-86 ; введ. 2002-07-01. – Минск : Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации ; М. : Изд-во стандартов, сор.

2002. – 3 с. – (Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу).

Сборники без общего заглавия

Гиляровский, В. А. Москва и москвичи [Текст] ; Друзья и встречи ; Люди театра / В. А. Гиляровский ; вступ. ст. и примеч. А. Петрова ; худож. И. Лыков. – М. : ЭКСМО-пресс, 2001. – 638 с. : ил. – (Русская классика). – ISBN 5-04-008668-7 (в пер.).

Носов, Н. Н. Приключения Незнайки и его друзей [Текст] : сказоч. повести / Николай Носов. Остров Незнайки : повесть : [для детей] / Игорь Носов ; [к сб. в целом] худож. И. Панков. – М. : ЭКСМО-пресс, 2001. – 638 с. : ил. – Содерж.: Приключения Незнайки и его друзей ; Незнайка в Солнечном городе / Николай Носов. Остров Незнайки / Игорь Носов. – ISBN 5-04-008687-3 (в пер.).

МНОГОТОМНЫЕ ИЗДАНИЯ

Гиппиус, З. Н. Сочинения [Текст] : в 2 т. / Зинаида Гиппиус ; [вступ. ст., подгот. текста и коммент. Т. Г. Юрченко ; Рос. акад. наук, Ин-т науч. информ. по обществ. наукам]. – М. : Лаком-книга : Габестро, 2001. – (Золотая проза серебряного века). – На пер. только авт. и загл. серии. – ISBN 5-85647-056-7. (в пер.).

Т. 1 : Романы. – 367 с. – Библиогр. в примеч.: с. 360-366. – Содерж.: Без талисмана ; Победители ; Сумерки духа. – В прил.: З. Н. Гиппиус / В. Брюсов. – ISBN 5-85647-057-5.

Т. 2 : Романы. – 415 с. – Содерж.: Чертова кукла ; Жизнеописание в 33 гл. ; Роман-царевич : история одного начинания ; Чужая любовь. – ISBN 5-85647-058-3.

Отдельный том

Казьмин, В. Д. Справочник домашнего врача [Текст]. В 3 ч. Ч. 2. Детские болезни / Владимир Казьмин. – М. : АСТ : Астрель, 2002. – 503 с. : ил. – ISBN 5-17-011143-6 (АСТ) (в пер.).

ДЕПОНИРОВАННЫЕ НАУЧНЫЕ РАБОТЫ

Социологическое исследование малых групп населения [Текст] / В. И. Иванов [и др.] ; М-во образования РФ, Финансовая академия. – М., 2002. – 110 с. – Библиогр.: с. 108-109. – Деп. в ВИНИТИ 13.06.02, № 145432.

НЕОПУБЛИКОВАННЫЕ ДОКУМЕНТЫ

Отчеты о научно-исследовательской работе

Состояние и перспективы развития статистики печати Российской Федерации [Текст] : отчет о НИР (заключ.) : 06-02 / Рос. кн. палата ; рук. А. А. Джиго ; исполн.: В. П. Смирнова [и др.]. – М., 2000. – 250 с. – Библиогр.: с. 248-250. – Инв. № 756600.

Диссертации

Кашапова, Л. М. Моделирование и реализация непрерывного этномузыкального образования как целостной национально-региональной образовательной системы [Текст] : автореф. дис. … д-ра пед. наук : 13.00.01 :

защищена 22.01.06 : утв. 15.07.06 / Кашапова Ляля Мухаметдиновна. – Уфа, 2006. – 48 с. – Библиогр.: с. 42-47.

Кудинов, И. В. Формирование личности будущего учителя как субъекта педагогической деятельности в системе заочно-дистанционного обучения [Текст] : дис. … канд. пед. наук : 13.00.08 : защищена 24.06.06 : утв. 15.02.07 / Кудинов Илья Викторович. – Уфа, 2006. – 214 с. – Библиогр.: с. 159-180.

ИЗОИЗДАНИЯ

Графика [Изоматериал] : нагляд. Пособие для для образоват. учреждений по предмету «культура Башкортостана» : [комплект репрод. / авт.-сост. Н. И. Оськина ; слайды Л. А. Черемохина ; пер. на башк. яз. М. С. Аминовой]. – Уфа : Демиург, 2001. – 1 папка (24 отд. л.) : цв. офсет. – (Изобразительное искусство Башкортостана ; вып. 5). – Подписи к ил. парал. рус., башк.

НОТНЫЕ ИЗДАНИЯ

Эшпай, А. Я. Квартет [Ноты] : для 2 скрипок, альта и виолончели / Андрей Эшпай. – Партитура и голоса. – М. : Композитор, 2001. – 34 с., 4 парт. (68 с. партий разд. паг.). – Тит. л. парал. рус., англ. – Н. д. 10350.

КАРТОГРАФИЧЕСКИЕ ИЗДАНИЯ

Европа. Государства Европы [Карты] : [физическая карта] / сост. и подгот. к печати ПКО «Картография» в 1985 г. ; ст. ред. Л. Н. Колосова ; ред. Н. А. Дубовой. – Испр. в 2000 г. – 1 : 5000000, 50 км в 1 см ; пр-ция норм. кон. равнопром. – М. : Роскартография, 2000. – 1 к. : цв., табл. ; 106х89 см.

АУДИОИЗДАНИЯ

Роман (иеромон.). Песни [Звукозапись] / иеромонах Роман ; исп. Жанна Бичевская. – СПб. : Центр духов. просвещения, 2002. – 1 электрон. опт. диск. – (Песнопения иеромонаха Романа ; вып. 3).

ВИДЕОИЗДАНИЯ

От заката до рассвета [Видеозапись] / реж. Роберт Родригес ; в ролях: К. Тарантино, Х. Кейтель, Дж. Клуни ; Paramount Films. – М. : Премьер – видеофильм, 2002. – 1 вк. – Фильм вышел на экраны в 1999 г.

ЭЛЕКТРОННЫЕ РЕСУРЫ

Ресурсы локального доступа

Русская драматургия от Сумарокова до Хармса [Электронный ресурс]. – М. : ДиректМедиа Паблишинг, 2005. – 1 электрон. Опт. диск (CD-ROM). – (Электронная библиотека ДМ ; № 47). – Систем. требования: IBM PC и выше, 16 Мб RAM, CD-ROM, SUGA, Windows 95/98/ME/NT/XP/2000. – ISBN 5-94865-073-1.

Ресурсы удаленного доступа

Российская государственная библиотека [Электронный ресурс] / Центр информ. технологий РГБ ; ред. Власенко Т. В. ; Web-мастер Козлова Н. В. – Электрон. дан. – М. : Рос. гос. б-ка, 1997. - . – Режим доступа: http://www.rsl.ru, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.

Василенко, Л. А. Информационная культура в контексте глобальных изменений [Электронный ресурс] / Л. А. Василенко, И. Н. Рыбакова. – Режим доступа : www. URL: http://spkurdyumov.narod.ru/D48VasilinkoRybakova.htm. - 11.12.2004 г.

СОСТАВНЫЕ ЧАСТИ ДОКУМЕНТОВ

СТАТЬИ

Составная часть книги

Богданов, А. Между стеной и бездной. Леонид Андреев и его творчество [Текст] : вступ. ст. / А. Богданов // Андреев, Л. Н. Собр. соч. : в 6 т. – М., 1990. – Т. 1. – С. 5-40.

Статья из собрания сочинений

Выготский, Л. С. История развития высших психических функций [Текст] / Л. С. Выготский // Собр. соч. : в 6 т. – М., 1995. – Т. 3: Проблемы развития психики. – С. 2-328.

Статья из сборника

Хайруллина, Р. Х. Национально-культурная семантика языковых единиц [Текст] / Р. Х. Хайруллина // Международные Акмуллинские чтения : материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. М. Акмулле (22-23 мая 2008 г.) / отв. ред. Н. М. Жанпеисова ; Актюбинский ун-т им. С. Баишева. – Актобе, 2008. – С. 275-277.

Статья из сериального издания

Асадуллин, Р. М. Профессионально-педагогическое образование: проблемы модернизации [Текст] / Раиль Мирваевич Асадуллин // Педагогический журнал Башкортостана. – 2008. - № 3 (16). – С. 5-8.

РАЗДЕЛ, ГЛАВА

Глазырин, Б. Э. Автоматизация выполнения отдельных операций в Word 2000 [Текст] / Б. Э. Глазырин // Office 2000 : 5 кн. в 1 : самоучитель / Э. М. Берлинер, И. Б. Глазырина, Б. Э. Глазырин. – 2-е изд., перераб. – М., 2002. – Гл. 14. – С. 281-298.

РЕЦЕНЗИИ

Гаврилов, А. В. Как звучит? [Текст] / Андрей Гаврилов // Кн. обозрение. – 2002. – 11 марта (№ 10/11). – С. 2. – Рец. на кн.: Музыкальный запас. 70-е : проблемы, портреты, случаи / Т. Чередниченко. – М. : Новое лит. обозрение, 2002. – 592 с.

Лист ознакомления

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОФОРМЛЕНИЮ ВЫПУСКНЫХ КВАЛИФИКАЦИОННЫХ РАБОТ И КУРСОВЫХ РАБОТ (ПРОЕКТОВ)

ПЛ-_____-2013

№ п/п	Наименование структурного подразделения	Должность	ФИО	Подпись	Дата

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Башкирский государственный педагогический университет
им. М. Акмуллы»

ПОЧВОВЕДЕНИЕ

*Методические указания по выполнению
лабораторных работ*

Уфа, 2017

УДК 631.4 (075)
ББК 40.3 я 73
П 65

Почвоведение: [Текст]: методические указания по выполнению лабораторных работ /сост. Г.Г. Хамидуллина, Г.А. Зайцев, Ф.Ф. Исхаков, А.Ю. Кулагин, И.М. Гатин. – Уфа: Изд-во БГПУ, 2017. – 28 с.

Методические указания по выполнению лабораторных работ предназначены для студентов направления 05.03.06 – Экология и природопользование в рамках занятий учебной дисциплины «Почвоведение», НИРС, также могут быть использованы в учебном процессе других направлений, реализуемых в БГПУ, связанных с изучением почв.

СОДЕРЖАНИЕ

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ СТУДЕНТАМ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ…… 4

1. ЛАБОРАТОРНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЧВ…… 5

Лабораторная работа 1. Определение гранулометрического состава почвы…… 5

Лабораторная работа 2. Агрегатный анализ и определение водопрочности почвенных агрегатов…… 11

2. ВОДНЫЕ СВОЙСТВА ПОЧВЫ…… 14

Лабораторная работа 3. Определение полевой влажности почвы 16

Лабораторная работа 4. Определение гигроскопической влажности почвы…… 17

Лабораторная работа 5. Определение наименьшей влагоемкости почвы…… 18

3. ОБЩИЕ ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВЫ…..... 21

Лабораторная работа 6. Определение плотности твердой фазы почвы…… 23

Лабораторная работа 7. Определение плотности сложения почвы…… 24

Лабораторная работа 8. Определение общей пористости и степени аэрации почвы расчетным методом……..… 26

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА…… 28

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ СТУДЕНТАМ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Курс почвоведения занимает важное место в специальной подготовке эколога и географа. Знакомство с процессами формирования почв, как результат взаимодействия всех компонентов природы, изучение закономерностей пространственного распределения почв в зависимости от изменений географических условий, дает возможность получить представление о сложных диалектических связях в природе.

Практикум поможет студентам в приобретении знаний, умений и навыков, необходимых в их будущей работе по избранным специальностям в соответствии с требованиями квалификационной характеристики.

Лабораторная практика по почвоведению проводится с целью:

1) закрепления знаний, полученных студентами во время лекционных занятий;

2) подтверждения отдельных теоретических положений лекционного курса практическими результатами;

3) подготовки студентов к прохождению полевой учебной практики.

Предлагаемые лабораторные работы по почвоведению позволяют закрепить теоретические знания на практике, полученные при прослушивании лекционных занятий.

Аттестация каждой лабораторной работы заключается в предоставлении студентом преподавателю краткого конспекта теоретической части работы, с последующей защитой основных положений изучаемых материалов при практическом выполнении лабораторных работ. Работа может быть аттестована только при выполнении этих условий.

1. ЛАБОРАТОРНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЧВ

Качество почвы зависит от ее физических свойств. К физическим свойствам почвы относятся гранулометрический состав, структура, водные, воздушные, тепловые, общие физические и физико-механические свойства. Во многом эти свойства почвы являются ее вновь приобретенными, новыми, прогрессивными по сравнению со свойствами горных пород, из которых она образуется. Физические свойства почвы оказывают большое влияние на развитие почвообразовательного процесса, плодородие почвы и условия обитания почвенной биоты.

Лабораторная работа 1. Определение гранулометрического состава почвы

Приборы и оборудование:
1. образцы почвы
2. канцелярский нож

Цель занятия: *получить представление о гранулометрическом составе почв, его классификации и методах определения.*

Теоретическая часть. Гранулометрический состав – важнейшая характеристика почвы. От него зависят практически все свойства и, в целом, плодородие. Гранулометрический состав почв определяет их физические, водно-физические и физико-механические свойства: водопроницаемость, влагоемкость, пористость, усадка и набухание, воздушный и тепловой режим и др. Гранулометрический состав представляет собой соотношение в почве твердых частиц различного размера. В почве механические элементы агрегированы в структурные отдельности, поэтому гранулометрический состав изучают после разрушения почвенных агрегатов физическими (растирание, кипячение) или химическими методами. Механические элементы почвы классифицируют по размеру. Так, частицы размером менее 1 мм называют мелкоземом. Мелкозем образует основную массу почвы. Частицы крупнее 1 мм носят название скелета почвы. Его участие в почвообразовании невелико, наоборот, скелетные почвы обладают рядом неблагоприятных агрофизических свойств. Кроме того, принято выделять группу частиц мельче 0,01 мм – физическую глину и группу частиц крупнее 0,01 мм – физический песок. Эти подразделения гранулометрического состава довольно условны, почвенно-генетическое и классификационное значение имеет более дифференцированное выделение групп частиц –

фракций гранулометрического состава. Существуют различные классификации почв по гранулометрическому составу, наибольшее распространение в отечественном почвоведении имеет классификация Н.А. Качинского (табл. 1). По этой классификации все почвы подразделяются на категории в зависимости от содержания в них физической глины. Кроме того, в этой классификации учтены особенности гранулометрического состава почв с различным типом почвообразования.

Таблица 1. – Классификация механических элементов почв (по Н.А. Качинскому)

<table>
<tr><th colspan="2" rowspan="2">Название фракций гранулометрического состава</th><th rowspan="2">Размеры механических элементов, мм</th><th colspan="2">Группы частиц</th></tr>
<tr><th rowspan="11">скелет</th><th rowspan="5">физический песок</th></tr>
<tr><td colspan="2">Камни</td><td>–</td></tr>
<tr><td colspan="2">Гравий</td><td>3-1</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Песок</td><td>крупный</td><td>1-0,5</td><td rowspan="8">мелкозем</td></tr>
<tr><td>средний</td><td>0,5-0,25</td></tr>
<tr><td>мелкий</td><td>0,25-0,05</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Пыль</td><td>крупная</td><td>0,05-0,01</td><td rowspan="6">физическая глина</td></tr>
<tr><td>средняя</td><td>0,01-0,005</td></tr>
<tr><td>мелкая</td><td>0,005-0,001</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Ил</td><td>грубый</td><td>0,001-0,0005</td></tr>
<tr><td>тонкий</td><td>0,0005-0,0001</td></tr>
<tr><td colspan="2">Коллоиды</td><td><0,0001</td></tr>
</table>

Фракции частиц различной величины имеют различный минеральный состав. Частицы крупнее 3 мм состоят почти исключительно из обломков горных пород и отдельных породообразующих минералов. Частицы величиной от 3 до 0,25 мм – исключительно породообразующие минералы, причем с уменьшением размеров частиц возрастает процентное содержание кварца. Частицы от 0,25 до 0,01 мм состоят почти полностью из кварца. Частицы мельче 0,001 мм представляют преимущественно смесь глинистых минералов с незначительным количеством гидроксидов железа и некоторых других минеральных образований. Физические свойства гранулометрических фракций также существенно различаются между собой. С уменьшением величины частиц возрастают гигроскопичность, высота капиллярного подъема воды, емкость поглощения. Наибольшее значение для формирования важных агрофизических и агрохимических свойств почв

имеет илистая фракция (менее 0,001 мм). Такие свойства, как пластичность, липкость и набухание, в частицах крупнее 0,005 мм практически отсутствуют. По преобладанию частиц той или иной фракции почвы относят к щебнистым, песчаным, суглинистым, глинистым разновидностям.

Ход выполнения:

1. Сухое растирание (метод «зеркала»). Небольшой комочек воздушно-сухой почвы (размером с горошину) растирают пальцами и высыпают на сухую ладонь. Почву втирают указательным пальцем в кожу, затем ладонь переворачивают и слегка встряхивают. На ладони остается так называемое зеркало, за счет оставшихся в бороздках и порах кожи наиболее мелких частиц (фракции физической глины). По «зеркалу» определяют гранулометрический состав почвы.

Рыхлые пески «зеркала» почти не дают; у связных песков оно слабое, редкое, но все же, ясно заметное; у супесей – ясно заметное, но прерывистое; у легких суглинков – хорошее, почти сплошное и у средних суглинков – сплошное «зеркало». Более тяжелые по составу почвы трудно растирать пальцем в сухом состоянии. Обычно они имеют хорошо выраженную микроструктуру и поэтому могут показаться опесчаненными и даже дать прерывистое «зеркало», что ошибочно укажет на более легкий гранулометрический состав.

Методом сухого растирания хорошо определять гранулометрический состав лишь песчаных, супесчаных и легкосуглинистых почв. С его помощью можно дать и дополнительную характеристику гранулометрического состава. Пылеватые почвы и породы при растирании дают ощущение мягкости или «бархатистости» песчанистые – жесткости, шероховатости; пылевато-песчанистые – мягкости, но и явного присутствия песчинок (более трех).

2. Мокрое растирание. Небольшую щепотку почвы смачивают водой и растирают на ладони. Рыхлые пески не оставляют почти никакого следа, связные – слегка загрязняют ладонь; супеси загрязняют ладонь сильнее; легкие и средние суглинки почти сплошь замазывают кожу, а тяжелые – сплошь; глины дают однородную мажущуюся массу.

3. Скатывание шнура (по Н. А. Качинскому). Почву смачивают и разминают пальцами до консистенции теста. В таком состоянии вода не отжимается, а почва блестит и мажется. Хорошо размятую почву раскатывают между ладонями и шнур сворачивают в колечко (толщина шнура около 3 мм, диаметр кольца около 3 см. Пески не образуют шнура; супеси дают зачатки шнура; у легких суглинков шнур образуется, но распадается на дольки; средние суглинки дают сплошной шнур, но при свертывании в кольцо он разламывается на дольки; шнур образуется

сплошной, но при свертывании в кольцо трескается – тяжелый суглинок; глины дают сплошной шнур, который свертывается в кольцо, не трескаясь.

Сильнокарбонатные почвы следует смачивать не водой, а 8–10%-ной соляной кислотой для разрушения почвенной микроструктуры.

4. Скатывание шарика. Из сырой или смоченной размятой почвы скатывают шарик диаметром 2–3 см, который затем расплющивают в тонкую лепешку. У рыхлых песков шарик не образуется; у связных песков – легко крошится; у супесей – имеет шероховатую поверхность и при расплющивании распадается на куски; у суглинков – гладкую поверхность, при расплющивании глубоко растрескивается по краям; у глинистых – блестящую поверхность, причем у легкоглинистых – при расплющивании лепешка с незначительными трещинами по краям, а у средне- и тяжелоглинистых – без трещин.

5. Проба ножом. Лезвием ножа делают черту и срез почвы. Черта осыпается, поверхность среза шероховатая, под ножом слышен треск – песчанистая почва; черта с разорванными краями от выпавших песчинок, поверхность среза шероховатая – супесчаная; черта ровная, шире лезвия ножа, поверхность среза ровная, матовая, под ножом треска не слышно – суглинистая; черта узкая, равна по ширине лезвию, срез гладкий, блестящий – глинистая почва.

6. Определение механического состава почвы по структурности пашни. Почвы разного гранулометрического состава обладают различной способностью образовывать структурные агрегаты. Наблюдая структурность недавно обработанных (заборонованных) участков, можно заметить, что рыхлопесчаные состоят из раздельночастичной бесструктурной массы, связнопесчаные имеют на поверхности отдельные комки, у рыхлопесчаных комки занимают менее 1/3 поверхности, у связносупесчаных – до 1/2, у легкосуглинистых – около 3/4, у среднесуглинистых вся поверхность покрыта комками размером от голубиного до куриного яйца, у тяжелосуглинистых и глинистых комки покрывают всю поверхность и среди них встречаются глыбы размером до 10 и более сантиметров.

Для удобства использования полевых методов определения гранулометрического состава все качественные характеристики их сведены в таблице 2.

Таблица 2. – Полевые методы определения гранулометрического состава почв

Состав почвы, содержание физической глины, (%)	Сухое растирание или «зеркало»	Мокрое растирание	Скатывание шнура	Скатывание шарика	Проба ножом	По структурности пашни
1	***2***	***3***	***4***	***5***	***6***	***7***
Рыхлый песок, (0–5)	не дает	не оставляет почти никакого следа	не образует	не образует	черта осыпается, поверхность среза шероховатая, слышен треск	раздельно-частичная бесструктурная масса
Связный песок, (5–10)	слабое, редкое, но ясно заметное	слегка загрязняет ладонь	не образует	легко крошится	-//-	отдельные комочки
Рыхлая супесь, (10–15)	ясно заметное, но прерывистое	загрязняет сильнее	дает зачатки	шероховатая поверхность, при расплющивании распадается на куски	черта с разорванными краями, срез шероховатый	комки занимают до 30 % поверхности
Связная супесь, (15–20)	-//-	-//-	-//-	-//-	-//-	комки на 50% поверхности
Легкий суглинок, (20–30)	хорошее, почти сплошное	почти сплошь замазывает ладонь	шнур образуется, но раскалывается на дольки	гладкая поверхность, при расплющивании глубоко растрескивается по краям	черта ровная, шире лезвия ножа, поверхность среза ровная, матовая, нет треска	комки на 75% поверхности

1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*
Средний суглинок, (30–40)	сплошное	-//-	сплошной шнур, кольцо разламывается на дольки	-//-	-//-	вся поверхность, комки размером от голубиного, до куриного яйца
Тяжелый суглинок, (40–50)	трудно растирать пальцем в сухом состоянии	густо замазывает ладонь, хотя и включает песчинки	шнур сплошной, кольцо трескается	-//-	-//-	вся поверхность, среди них встречаются глыбы (до 10 см и более)
Легкая глина, (50–65)	-//-	дает однородную мажущуюся массу	сплошной шнур, кольцо не трескается	блестящая поверхность шарика, лепешка с незначительными трещинами по краям	черта узкая, срез гладкий, блестящий	-//-
Средняя глина, (65–80)	-//-	-//-	-//-	без трещин	-//-	-//-
Тяжелая глина, (более 80)	-//-	-//-	-//-	-//-	-//-	-//-

Лабораторная работа 2. Агрегатный анализ и определение водопрочности почвенных агрегатов

Приборы и оборудование:

1. Стандартный набор сит;
2. Технические весы,
3. Фарфоровые чашки диаметром 15-20 см.

Цель занятия: *изучить особенности структурной организации твердой фазы почвы, произвести анализ структуры почв.*

Теоретическая часть. Механические элементы твердой фазы почвы, формирующие ее гранулометрический состав, под влиянием различных факторов объединяются в структурные отдельности (агрегаты) различной формы и размера. Структура почвы представляет собой более высокий уровень организации твердого вещества почвы и играет важную роль в формировании агрономических свойств и режимов почвы: водно-воздушный режим, сложение, условия обработки и в целом плодородие почвы. Структурные почвы, по сравнению с малоструктурными и бесструктурными, обладают хорошей водо- и воздухопроницаемостью, благоприятным температурным режимом, высокой противоэрозионной устойчивостью, легче обрабатываются, создают благоприятные условия прорастания семян и распространения корневых систем растений. Важными свойствами почвенных агрегатов являются их механическая прочность и водопрочность. Наиболее агрономически ценны макроагрегаты размером 0,25 – 10 мм. Структурной считается почва, содержащая более 55% водопрочных агрегатов размером 0,25 – 10 мм. В зависимости от размера агрегатов структуру подразделяют на следующие группы: глыбистая – больше 10 мм; макроструктура – 10-0,25 мм; грубая микроструктура – 0,25-0,1 мм; тонкая микроструктура – меньше 0,01 мм. Различным генетическим горизонтам почв присущи определенные формы структуры. Для гумусо-аккумулятивных горизонтов характерны комковатая и зернистая структуры, для элювиальных – пластинчато-листоватая; для иллювиальных – ореховатая. Форма структуры является важным морфологическим признаком почвы, однако в агрономическом отношении важна не столько форма структурных отдельностей, сколько их размер и прочность. Для оценки структурности почв проводят их структурный (агрегатный) анализ.

Ход выполнения:

Разделение агрегатов производится при помощи стандартного набора сит с диаметром ячеек 10; 7; 5; 3; 2; 1; 0,5 и 0,25 мм. При проведении агрегатного анализа нельзя растирать и даже сильно встряхивать во избежание разрушения почвенных агрегатов.

1. Почвенный образец с ненарушенной структурой, отобранный из определенного генетического горизонта осторожно рассыпают на листе бумаги.

2. Методом двукратного квартования отбирают средний образец почвы.

3. Навеску 200 г надо в 2-3 приема последовательно просеивать через каждое сито стандартного набора. При этом сито ставят наклонно и осторожно постукивают по краю.

4. Оставшийся на сите материал взвешивают, переносят в фарфоровую чашку или стакан и накрывают бумагой, на которой написаны номер образца и фракция.

5. Почвенную массу, пропущенную через первое сито на лист бумаги, переносят на второе сито и просеивают, как указано в пункте 3. Операцию повторяют с каждым ситом, вплоть до сита с отверстиями диаметром 0,25 мм.

6. Полученные массы фракций надо пересчитать на 100% от массы взятой навески. В результате расчетов будет получено представление о содержании агрегатов разной величины в почве. Результаты заносят в таблицу 3.

Таблица 3. – Результаты структурного анализа горизонта _____ почвы

Фракция агрегатов, мм	Содержание агрегатов	
	общее, % от навески	водопрочные, % массы фракции
>10		
10-7		
7-5		
5-3		
3-2		
2-1		
1-0,5		
0,5-0,25		

После выделения фракций агрегатов, можно определить их водопрочность по методу Н.Н. Никольского.

7. Из каждой фракции отбирают 10-20 агрегатов и помещают в кристаллизатор или фарфоровую чашку большого диаметра. Агрегаты распределяют по дну чашки на одинаковом расстоянии друг от друга.

8. В чашку наливают водопроводной воды так, чтобы она покрыла агрегаты слоем около 2 см, после чего чашку оставляют в покое на 20 мин.

9. По истечении 20 мин осторожно передвигают каждый агрегат стеклянной палочкой. При этом подсчитывают число сохранившихся и разрушившихся агрегатов.

10. Результаты анализа вычисляются по формуле:

$$A = \frac{a}{б} \times 100\%$$

где, *А* – содержание прочных агрегатов в данной фракции, %,
а – количество сохранившихся агрегатов,
б – количество взятых для анализа агрегатов.

2. ВОДНЫЕ СВОЙСТВА ПОЧВЫ

Вода является обязательным компонентом нормально функционирующей почвы. Она играет важнейшую роль жизненной основы для почвенной биоты, а также служит средой и непосредственно участвует во многих собственно почвенных процессах. Содержание воды в почве определяет ее физико-механические свойства, водно-воздушный, тепловой и питательный режимы, передвижение веществ в почве, интенсивность протекания биологических, химических, физико-химических процессов и, в целом, является важнейшим фактором почвенного плодородия. Источником воды в почве могут быть атмосферные осадки и конденсация атмосферной влаги, воды орошения и грунтовые воды. Но водные свойства и водный режим почвы зависят также от ее собственных свойств: гранулометрического состава, структурного состояния, содержания органического вещества и ряда других показателей. Вода постоянно присутствует в почве в жидком и парообразном состоянии, сезонно или постоянно (мерзлотные почвы) – в твердом состоянии. Перемещение водяного пара в почве происходит из области высокого в область низкого его парциального давления. Поведение жидкой фазы воды зависит от действия гравитационных, осмотических, капиллярных и сорбционных сил. Существует две категории воды в почве: свободная и связанная. Они, в свою очередь, представлены различными формами почвенной воды.

Свободная вода присутствует в почве в двух формах - гравитационной и капиллярной и играет основную роль в питании растений и функционировании почв. Вода этой категории может свободно перемещаться в почвенном профиле и выполняет функцию транспорта веществ. Гравитационная вода перемещается по профилю почвы под действием гравитационных сил в относительно крупных почвенных порах. Она представлена просачивающейся водой атмосферных осадков и орошения и грунтовой водой, скапливающейся над водоупорным слоем. Капиллярная вода перемещается по тонким порам почвы под действием разности капиллярных давлений, возникающих при смачивании водой стенок пор и формировании менисков – вогнутых поверхностей столбиков воды. Действие сил поверхностного натяжения при смачивании водой твердых частиц вызывает отрицательное давление на поверхности вогнутых менисков, которое компенсируется поднятием воды в капилляре. В зависимости от характера увлажнения различают капиллярно подвешенную воду (при атмосферном увлажнении) и капиллярно подпертую воду (при увлажнении от грунтовых вод).

Связанная вода достаточно прочно удерживается почвенными частицами за счет сорбционного или химического взаимодействия и, в основном, недоступна растениям. Химически связанная вода входит в состав

кристаллической решетки почвенных минералов (кристаллогидраты, например, гипс $CaSO_4 \cdot 2H_2O$), прочно удерживается химическими связями и поэтому непосредственного участия в процессах функционирования и образования почв не принимает. Эта форма воды удаляется из почвы при температурах выше 105°С. Гигроскопическая вода образуется в результате адсорбции паров воды на поверхности твердых частиц почвы, непосредственно примыкает к ним в виде пленки из 2-3 ориентированных слоев молекул воды. Обладает повышенной плотностью, не растворяет вещества, растворимые в свободной воде, замерзает при более низкой температуре. Эта форма почвенной воды сохраняется в почве, находящейся в воздушно-сухом состоянии. Удаляется из почвы при нагревании ее до 105°С. При остывании почва снова адсорбирует водяные пары из воздуха. Рыхлосвязанная (пленочная) вода представляет собой внешний слой сорбированной воды со слабой ориентацией молекул. Образуется при соприкосновении твердых частиц почвы с жидкой водой. Эта вода удерживается менее прочно, чем гигроскопическая, и может перемещаться от почвенных частиц с большей пленкой к частицам с тонкой пленкой. Для растений эта форма воды доступна лишь частично. Основными водными свойствами почвы являются водоудерживающая способность, водопроницаемость и водоподъемная способность. Водоудерживающая способность – свойство почвы удерживать воду, обусловленное действием сорбционных и капиллярных сил. Наибольшее количество воды, которое способна удерживать почва теми или иными силами, называется влагоемкостью. Способность почвы сорбировать парообразную воду называется гигроскопичностью. Почва тем гигроскопичнее, чем больше степень ее дисперсности, т.е. чем тяжелее ее гранулометрический состав. Наибольшее количество влаги, которое может сорбировать почва при влажности воздуха, близкой к 100% характеризует ее максимальную гигроскопичность. Полная влагоемкость – наибольшее количество воды, которое может вместить почва при полном заполнении всех пор водой. В практическом отношении особенно важной характеристикой водоудерживающей способности почвы является наименьшая влагоемкость – наибольшее количество воды, удерживаемое почвой после стекания всей гравитационной воды. Наименьшая влагоемкость зависит от гранулометрического и минералогического состава, содержания гумуса, структурного состояния, пористости и плотности почвы. Наибольшие значения этого показателя характерны для гумусированных почв тяжелого механического состава, обладающих хорошо выраженной макро- и микроструктурой. Водопроницаемость – способность почвы впитывать и пропускать воду. Впитывание представляет собой процесс последовательного заполнения почвенных пор водой. Передвижение воды в почве, находящейся в состоянии полного водонасыщения, под действием силы тяжести и напора называется фильтрацией. Наибольшей водопроницаемостью обладают легкие

по гранулометрическому составу и хорошо оструктуренные суглинистые и глинистые почвы. Водоподъемная способность – свойство почвы вызывать восходящее передвижение содержащейся в ней влаги за счет капиллярных сил. Это свойство имеет большое значение для почв с близким уровнем залегания грунтовых вод. Чем больше водоподъемная способность почв (максимальна у суглинков), тем больше высота капиллярного поднятия (капиллярной каймы) воды и степень гидроморфизма почв. Особенно важно водоподъемную способность почв при близком залегании грунтовых вод с высокой минерализацией, когда возникает опасность засоления почв. Общее содержание воды в почве, выраженное в процентах (%) массы абсолютно сухой почвы, называется влажностью почвы. Лабораторными способами определяют полевую и гигроскопическую влажность почвы. Определение наименьшей влагоемкости почвы возможно в лаборатории для насыпного образца почвы.

Лабораторная работа 3. Определение полевой влажности почвы

Приборы и оборудование:

1. Металлические бюксы с крышками,
2. Термостат,
3. Технические весы
4. Эксикатор, заполненный хлоридом кальция

***Цель занятия**: изучить основные методики определения полевой влажности почвы.*

Теоретическая часть. Определение полевой влажности почвы позволяет установить общее количество воды (во всех ее формах), содержащееся в почве в момент изъятия пробы. Отбор пробы производится в поле ножом из стенки разреза или почвенным буром в специальный стаканчик (алюминиевый бюкс). Пробы отбирают по горизонтам почвы, или регулярно, через каждые 5-10 см. Если надо взять одну пробу из большого по мощности горизонта (из слоя 50 см), то ее отбирают из средины его или по несколько граммов из средней, верхней и нижней частей.

Ход выполнения:

1. На технических весах определяют массу металлического бюкса с крышкой.

2. Наполняют 1/3 часть бюкса почвой и закрывают крышкой (в таком виде образец можно сохранять не более 1-2 ч).

3. Определяют массу бюкса с почвой и помещают его в термостат при температуре 100-105^{o}С. Крышку при этом снимают и надевают на дно бюкса.

Сушить почву следует до постоянного веса (обычно процесс занимает около 6 ч).

4. Окончание сушки почвы определяют следующим образом. Через 2 ч после начала сушки бюкс вынимают, охлаждают в эксикаторе (5-10 мин) и взвешивают. Затем просушивают снова в течение 2 ч, охлаждают и взвешивают. Если вес стаканчика остался постоянным (или разница не превышает 5%), просушивание заканчивают, в противном случае операцию повторяют еще раз.

5. Полевую влажность ($W_П$) вычисляют по формуле:

$$W_П = \frac{P_1 - P_2}{P_2 - P_0} \times 100\%$$

где, P_1 – масса бюкса с почвой до высушивания;
P_2 - масса бюкса с почвой после высушивания;
P_0 - масса бюкса без почвы.

Лабораторная работа 4. Определение гигроскопической влажности почвы

Приборы и оборудование:

1. Металлические бюксы с крышками,
2. Термостат,
3. Технические весы,
4. Эксикатор, заполненный хлоридом кальция $CaCl_2$

***Цель занятия**: познакомиться с методикой определения гигроскопической влажности почвы.*

Теоретическая часть. Гигроскопическую влагу определяют в почве, из которой удалены свободная и пленочная вода. Такое состояние почвы, называемое воздушно-сухим, достигается в том случае, когда почва длительное время находится в сухом помещении. Гигроскопическая влага удаляется из почвы при нагревании ее до температуры 100-105^{o}С.

Ход выполнения:

1. Методом квартования из воздушно-сухой почвы, измельченной и пропущенной через сито с диаметром отверстий 1 мм, берут навеску около 5 г. Навеску переносят в предварительно взвешенный бюкс без крышки и помещают в термостат с температурой 100-105^{o}С.

2. После 2 ч просушивания бюкс извлекают из термостата, охлаждают в эксикаторе и взвешивают. Затем снова помещают бюкс в термостат на 1-

2 ч. Если после второго просушивания масса не уменьшилась, можно рассчитывать гигроскопическую влагу.

3. Влажность (*Wr*) вычисляют по формуле:

$$Wr = \frac{P_1 - P_2}{P_2 - P_0} \times 100\%$$

где, P_1 – масса бюкса с почвой до высушивания;
P_2 – масса бюкса с почвой после высушивания;
P_0 – масса бюкса без почвы.

Гигроскопическая влажность используется для пересчета результатов различных анализов воздушно-сухой почвы на абсолютно-сухую. Для этого рассчитывается коэффициент гигроскопичности почвы (*K*), на который умножают результаты анализа воздушно-сухой почвы.

Переводной коэффициент воздушно-сухой почвы в сухую вычисляют по формуле:

$$K = \frac{10_0}{100 + Wr}$$

Лабораторная работа 5. Определение наименьшей влагоемкости почвы

Приборы и оборудование:

1. Стеклянная трубка диаметром 2-3 см, длиной 15 см,
2. Марлевая салфетка,
3. Бумажный фильтр,
4. Технические весы.

***Цель занятия**: усвоить методику определения наименьшей влагоемкости почвы с ненарушенным и нарушенным сложением.*

Теоретическая часть. Наименьшую влагоемкость можно определить в лаборатории для почвы с ненарушенным сложением (отобранной в металлический цилиндр специальным приспособлением – буром Качинского), или менее точно – для насыпного образца почвы с нарушенным сложением.

Ход выполнения:

1. Стеклянную трубку диаметром 2–3 см, длиной 15 см с одного конца обвязывают марлевой салфеткой, под которую подкладывают бумажный фильтр, и определяют массу на технических весах.

2. Трубку заполняют слегка измельченным почвенным материалом до отметки 10–12 см. Для уплотнения материала нижним концом трубки осторожно постукивают о листовую резину.

3. Определяют массу трубки с почвой на технических весах, разность второго и первого определения составляет массу почвы

4. Трубку медленно погружают в сосуд с водой таким образом, чтобы уровень воды был на 1 см выше отметки на трубке, и оставляют ее в таком положении на 15 мин.

5. Спустя указанное время трубку с почвой извлекают из воды и в вертикальном положении закрепляют в штативе на 1 мин, чтобы дать возможность стечь избытку воды.

6. Затем трубку снимают со штатива, протирают снаружи фильтровальной бумагой для удаления оставшейся воды и определяют массу на технических весах.

7. Расчет воды, удерживаемой почвой после насыщения, производят по формуле:

$$A = \frac{P3 - P_2}{P2 - P_1} \times 100\%$$

где, A – количество воды, удерживаемое почвой после насыщения,
P_1 – масса трубки,
P_2 – масса трубки с почвой,
P_3 – масса трубки с почвой после ее насыщения водой,
$P_2 – P_1$ – масса почвы,
$P_3 – P_2$ – масса воды, удерживаемой почвой после насыщения.

8. Наименьшую влагоемкость (*НВ*) определяют суммированием процентного содержания гигроскопической воды *(Wr)* и воды, удерживаемой почвой после насыщения *(А)*:

$$НВ = Wr + A$$

Оборудование: фарфоровая ступка с пестиком, стеклянная трубка диаметром 2-3 см, длиной 20 см, марля, фильтровальная бумага, высокий химический стакан, железный штатив с зажимом, технические весы.

1. Из почвенного разреза или с помощью почвенного бура отобрать пробы почвы в алюминиевые бюксы через каждые 10 см до глубины 1 – 1,5 м

для определения полевой влажности почвы. Одновременно отобрать образцы в бумажные пакетики для определения гигроскопической влажности и наименьшей влагоемкости данной почвы.

2. В лаборатории произвести определение полевой влажности термостатным методом и оставить образцы для высыхания до воздушно-сухого состояния для определения гигроскопической влажности и наименьшей влагоемкости.

3. На следующем занятии определить гигроскопическую влажность почвы и ее наименьшую влагоемкость. Результаты анализов занести в таблице 4.

Таблица 4. – Результаты определения водных свойств почвы _____

Глубина отбора образцов, см	Проценты		
	полевая влажность	гигроскопическая влажность	наименьшая влагоемкость
0-10			
10-20			
20-30			
……..			
и т.д.			

4. Построить график распределения по профилю почвы гигроскопической и полевой влажности, а также наименьшей влагоемкости, откладывая по вертикальной оси глубину, а по горизонтальной оси – значения отдельных водных свойств почвы (%), которые обозначить разными типами линий.

5. Охарактеризовать водные свойства исследованной почвы. Какие причины, по вашему мнению, привели к полученному распределению водных свойств по профилю почвы?

3. ОБЩИЕ ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВЫ

Физические свойства почвы являются важнейшим фактором почвенного плодородия. Они во многом зависят от состава и структурной организации почвы. В свою очередь, физические свойства почвы определяют водный, воздушный, пищевой и тепловой режимы почвы, влияют на развитие почвообразовательного процесса. Изучение и оценка физических свойств почв важны для определения их агрономической ценности, а также для проведения строительных и иных инженерных работ.

Выделяют следующие физические свойства почвы: общие физические свойства, водные, воздушные, тепловые и физико-механические свойства. На практике проводят массовые анализы общих физических свойств почвы: плотности твердой фазы, плотности сложения и пористости почвы.

Плотность твердой фазы почвы (d) – это масса, заключенная в единице объема твердой фазы почвы. Плотность твердой фазы почвы представляет собой интегрированное значение плотностей всех компонентов твердой фазы почвы: обломочных, глинистых, новообразованных минералов и органических соединений. Величина плотности твердой фазы почвы зависит, во-первых, от природы входящих в почву минералов, для которых она колеблется в пределах 2,3–4,0 г/см^3, и, во-вторых, от количества органического вещества (1,4–1,8 г/см^3). Плотность твердой фазы большинства почв составляет 2,4-2,8 г/см^3. Знание этого показателя необходимо для вычисления общей пористости почвы. Кроме того, он дает некоторую ориентировку в петрографическом составе входящих в почву минералов и указывает на соотношение минеральной и органической частей.

Плотностью сложения почвы (dV) называется масса единицы объема абсолютно сухой почвы. Его величина в целинных почвах колеблется от 1,0 до 1,8 г/см^3, т.е. ниже, чем плотность твердой фазы. Это связано с тем, что в ненарушенном сложении объем почвы занимает не только твердая фаза, но и поры различного размера. Плотность сложения почвы зависит от гранулометрического состава, количества органического вещества, сложения и структуры почвы. Знание этого показателя нужно для многих агрономических расчетов: для определения пористости, абсолютного запаса в почве воды и других веществ, для расчета поливных и промывных норм, а также доз удобрений. Антропогенные воздействия на почву приводят к изменению равновесной плотности сложения, характерной для целинных почв: происходит уплотнение почвы (например, в подпахотном горизонте при формировании «плужной подошвы») или, наоборот, ее разрыхление. Для агрономической оценки плотности сложения почв можно воспользоваться оценкой, представленной в таблице 5.

Таблица 5. – Оценка плотности сложения суглинистых и глинистых почв (по Н.А. Качинскому)

Плотность сложения, г/см^3	Оценка	Плотность сложения, г/см^3	Оценка
< 1,0	почва вспушена или богата органическим веществом	1,3-1,4	почва сильно уплотнена
1,0 – 1,1	свежевспаханная почва	1,4-1,6	типичные величины для подпахотных горизонтов (кроме черноземов)
1,2-1,3	почва уплотнена	1,6-1,8	сильно уплотненные иллювиальные горизонты

Таблица 6. – Оценка общей пористости суглинистых и глинистых почв в вегетационный период (по Н.А. Качинскому)

Общая пористость, %	Оценка	Общая пористость, %	Оценка
> 70	почва вспушена (избыточно пористая)	< 50	неудовлетворительная для пахотного горизонта
65-55	отличная пористость (культурный пахотный горизонт)	40-25	характерна для уплотненных иллювиальных горизонтов – чрезмерно низкая
55-50	удовлетворительная для пахотного горизонта		

Общая пористость (Робщ) – это суммарный объем всех пор между частицами твердой фазы почвы. Выражается в процентах от общего объема почвы. Обычно общую пористость определяют расчетным путем, используя значения плотности сложения и плотности твердой фазы почвы. Пористость

почвы зависит от гранулометрического состава, структурности, деятельности почвенной биоты, содержания органического вещества, в пахотных почвах от приемов обработки почвы. В пределах почвенного профиля пористость меняется по отдельным генетическим горизонтам, как правило, уменьшаясь с глубиной. Общая пористость складывается из межагрегатных пор (пор аэрации) и капиллярных пор (пустоты менее 8 мкм в диаметре). Некапиллярная пористость играет важную роль в воздухообмене почвы (аэрации), оптимально, когда она составляет 55-65% общей пористости. Капиллярная пористость способствует удержанию влаги в почве. Оценку общей пористости можно провести, используя данные таблицы 6.

Лабораторная работа 6. Определение плотности твердой фазы почвы

Приборы и оборудование:

1. Фарфоровая ступка с пестиком,
2. Металлическое сито с отверстиями диаметром 1 мм,
3. Технические весы,
4. Пикнометры ли мерные колбы на 50 или 100 см3,
5. Термостат,
6. Плитка электрическая,
7. Эксикатор,
8. Химические стаканы.

***Цель занятия**: изучить методы пикнометрического определения плотности твердой фазы почвы.*

Теоретическая часть. При пикнометрическом способе определения плотности твердой фазы почвы объем твердой фазы почвы находят путем вытеснения воды взятой навеской почвы. Пикнометр представляет собой мерную колбу (на 50, 100 $см^3$ с расширением в верхней части и пробкой с капилляром или без него).

Ход выполнения:

1. Методом квартования отбирают среднюю пробу образца воздушно-сухой почвы.

2. Пробу растирают в ступке и пропускают через сито с диаметром отверстий 1 мм. Берут пробу на определение гигроскопической влажности почвы.

3. В пикнометр объемом (или мерную колбу) наливают до метки дистиллированную воду, которую накануне прокипятили в течение получаса

для удаления растворенного воздуха и закрывают пробкой. Взвешивают пикнометр с водой на технических весах.

4. Из пикнометра отливают примерно половину объема воды и помещают в него навеску почвы 5 г (для пикнометра объемом 50 см^3) или 10 г (для пикнометра на 100 см^3).

5. Пикнометры с водой и почвой (*без пробки!)* кипятят на электрической плитке 30 мин для удаления воздуха из почвенных агрегатов. При этом следят, чтобы кипение не было слишком бурным и не произошло выброса суспензии из пикнометра.

6. Пикнометр охлаждают в воде, закрыв пробкой, затем доливают дистиллированной водой до метки и взвешивают в закрытом виде на технических весах.

7. Величину плотности твердой фазы почвы (*d*) вычисляют по формуле:

$$d = \frac{A}{(A + B) - C}$$

где, *A* – масса абсолютно сухой почвы,
B – масса пикнометра с водой,
C – масса пикнометра с водой и почвой.

8. Массу абсолютно сухой почвы вычисляют по формуле:

$$A = \frac{A0 \times 10\mathbf{0}}{100 + Wr}$$

где, A_0 – масса навески воздушно-сухой почвы,
W_r – гигроскопическая влажность почвы, %.

Лабораторная работа 7. Определение плотности сложения почвы

Приборы и оборудование

1. Бур Качинского (в комплекте с цилиндрами),
2. Алюминиевые бюксы,
3. Режущие кольца,
4. Весы технические (тарелочные),
5. Термостат,
6. Эксикатор.

***Цель занятия**: определение плотности сложения почвы с помощью бура Качинского.*

Теоретическая часть. Для определения этого показателя необходимо отобрать образец почвы в ее естественном сложении, так, чтобы не нарушить объемное расположение структурных агрегатов и пор. Отбор образцов производят с помощью специального приспособления – бура Качинского в металлические цилиндры. При этом отбирают также пробу для определения полевой влажности почвы. Цилиндры закрываются крышками и транспортируются в лабораторию для взвешивания, которое необходимо произвести в этот же день. Образцы почвы в ненарушенном сложении можно отобрать также с помощью специальных режущих колец в бумажные пакеты или алюминиевых бюксов. В последнем случае образцы можно использовать одновременно для определения полевой влажности почвы. При отборе проб следует избегать уплотнения почвы и аккуратно подрезать ее вровень с краями цилиндров (колец или бюксов). Главная задача – определить массу абсолютно сухой почвы в единице объема. Внутренний объем (V, см^3) цилиндров и режущих колец можно определить по формуле:

$$V=[(П*d^2)\div 4)]*h$$

где, d – внутренний диаметр,
h – высота цилиндра (кольца).

Объем бюксов можно определить по массе налитой в них до краев дистиллированной воды. Определения объема, а также массы цилиндров с крышками, необходимо произвести до проведения полевых работ.

Ход выполнения:

1. При отборе проб буром Качинского определяют влажность почвы по описанной выше методике. Цилиндр с почвой, закрытый крышками, взвешивают на тарелочных весах. При отборе проб режущими кольцами или бюксами, пакеты с пробами или бюксы помещают в термостат и сушат не менее 6 часов при температуре 105^{o}С до постоянной массы. Из бюксов почву для лучшего высыхания можно высыпать в бумажные пакеты и сушить вместе с бюксами. После сушки охладить образцы в эксикаторе и определить массу абсолютно сухой почвы (вычтя массу тары – пакетов, бюксов).

2. Вычисляют плотность сложения почвы (dv) по формуле:

$$dv = \frac{A1}{V}$$

где, A_1 – масса абсолютно сухой почвы,
V – объем цилиндра (кольца, бюкса).

Для образцов, отобранных буром Качинского в цилиндры, массу абсолютно сухой почвы определяют по формуле:

$$A1 = \frac{100 \times (A - A0)}{100 + W}$$

где, A – масса цилиндра с влажной почвой,
A_0 – масса цилиндра без почвы,
W – влажность почвы, %.

Лабораторная работа 8
Определение общей пористости и степени аэрации почвы расчетным методом

Общую пористость почвы чаще всего определяют расчетным путем по значениям плотности твердой фазы и плотности сложения почвы, хотя есть и лабораторные способы определения этого показателя, например, методом парафинирования.

Формула для расчета общей пористости имеет следующий вид:

$$Робщ = \left(1 - \frac{dv}{d}\right) \times 100\%$$

где d_V – плотность сложения почвы,
d – плотность твердой фазы почвы.

Степень (пористость) аэрации почвы характеризует объем пор, заполненных воздухом. Этот показатель имеет большое значение для почвенной биоты и зависит от степени заполненности пор почвы водой. Когда вода заполняет почвенные поры и вытесняет почвенный воздух, снижается газообмен в почве, затрудняется дыхание почвенных животных, микроорганизмов и корней растений, развиваются восстановительные процессы, угнетающе действующие на растения. В агрономическом отношении важно, чтобы почва имела пористость аэрации не менее 15%. Степень аэрации (P_A,%) определяют по формуле:

$$PA = Робщ - W \times dv$$

где $P_{общ}$ – общая пористость почвы, %,
W – влажность почвы, %,
d_v – плотность сложения почвы, г/см^3.

Задание:

1. Произвести отбор проб для определения плотности сложения и плотности твердой фазы почвы (или использовать образцы, отобранные на первом занятии).

2. Определить плотность твердой фазы почвы.

3. Определить плотность сложения почвы.

4. Определить расчетным путем общую пористость и пористость аэрации почвы.

5. Произвести агрономическую оценку определенных показателей почвы.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Добровольский В. В. Практикум по географии почв с основами почвоведения: Учебное пособие. /В. В. Добровольский. – М.: Гуманитарный издательский центр «Владос», 2001. – 144 с.
2. Казеев К. Ш. Биодиагностика почв. /К. Ш. Казеев, С. И. Колесников. – Ростов-на-Дону: Издательство Южного федерального университета, 2012. – 260 с.
3. Кашапов Р. Ш. Географии почв с основами почвоведения: Обзорный курс. /Р. Ш. Кашапов. – Уфа: Издательство БГПУ, 2000. – 58 с.
4. Пансю М. Анализ почвы. Справочник. Минералогические, органические и неорганические методы анализа. /Пер. с англ. (Handbook of Soil Analysis. Mineralogical, Organic and Inorganic Methods). (ред. Панкратов Д.А) /М. Пансю, Ж. Готеру. – СПб.: Издательство: ЦОП «Профессия», 2014.
5. Уваров Г. И. Практикум по почвоведению с основами бонитировки почв. /Г. И. Уваров, П. В. Голеусов. – Белгород: Изд-во Белгородского госуниверситета, 2004. – 140 с.

ПОЧВОВЕДЕНИЕ

Методические указания по выполнению лабораторных работ

Лиц. на издат. деят. Б848421 от 03.11.2015 г. Подписано в печать 4.06.2017.

Формат 60Х84/16. Компьютерный набор. Гарнитура Times New Roman.

Отпечатано на ризографе. Усл. печ. л. – 2. Уч.-изд. л. – 1,8.

Тираж 100 экз. Заказ №

ИПК БГПУ 450000, г.Уфа, ул. Октябрьской революции, 3а

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. М. АКМУЛЛЫ»

Р.Р. Кабиров, Е.В. Сугачкова, А.И. Фазлутдинова

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

учебно-методическое пособие

Уфа 2019

УДК 502 (075)
ББК 20.18 я73
К 12

Кабиров, Р.Р.
Оценка качества окружающей среды [Текст] учебно-методическое пособие / Р.Р. Кабиров, Е.В. Сугачкова, А.И. Фазлутдинова – Уфа: Изд-во БГПУ им. М.Акмуллы, 2019. – 160с.

В учебно-методическом пособии представлены конкретные темы общего и частного характера, предложены формы организации и методика проведения лабораторных и практических занятий по оценке качества окружающей среды.

Издание адресовано студентам и преподавателям высших учебных заведений, а также может быть использовано учителями школ, педагогами дополнительного образования, тьюторами, учащимися при выполнении исследовательских работ.

Рецензенты:

Дубовик И.Е., д.б.н., профессор
Башкирского государственного университета;
Мигранов М.Г., д.б.н, профессор
Башкирского государственного педагогического университета им. М.Акмуллы

ISBN

© Издательство БГПУ, 2019

ПРЕДИСЛОВИЕ

Для успешного освоения блока экологических дисциплин необходима определенная система лабораторных занятий, которая должна помочь студентам закрепить теоретический материал, а также привить им ряд практических навыков (умение формулировать цели и задачи экспериментов, анализировать полученные результаты, конструировать графики, диаграммы, таблицы, работать с литературным материалом и т. д.). Значительный объем заданий в практикуме позволяет индивидуализировать работу студентов.

Темы лабораторных занятий подобраны таким образом, чтобы ориентировать студентов на изучение важнейших природных закономерностей, способствующих развитию экологического мышления. Лабораторные занятия разнообразны по методике выполнения; часть из них требует полевых наблюдений. Все результаты занятий оформляются в тетрадях для лабораторных работ с соответствующими расчетами, рисунками и обозначениями к ним и являются необходимым отчетным материалом.

Все лабораторные работы построены по общей схеме, которая включает: определение цели работы, перечень необходимого оборудования, описание последовательности закладки эксперимента, способы записи результатов, ход анализа полученных данных, формирование выводов.

Содержание

Предисловие……. 2
Методы оценки состояния окружающей среды……. 5
Выбор объектов исследования…….. 6
Выбор места для первичной оценки и/или отбора проб……... 7
Тема 1. **Экологическая оценка качества воды**…… 12
Определение органолептических свойств воды…….. 14
Определение содержания растворенного кислорода в пробе воды…… 19
Определение содержания ионов водорода в воде: pH фактор воды….. 20
Исследование воды на содержание нитратов и нитритов…… 22
Определение нитратов и нитритов в воде по методу А.Л.Рычкова……. 23
Определение аммиака и ионов аммония в воде…… 25
Качественное определение хлоридов в пробах воды…… 25
Качественное определение сульфатов в пробах воды…….. 26
Определение общего количества примесей……... 27
Измерение общей жесткости воды……. 28
Обнаружение нефтепродуктов…… 31
Обнаружение фенолов……. 33
Качественное обнаружение ионов свинца в пробах воды …… 34
Обнаружение сероводорода, гидросульфидов и сульфидов……. 34
Качественное обнаружение катионов тяжелых металлов……. 35
Оценка качества воды в водоемах с помощью методов биоиндикации……. 39
Определение качества воды в водоемах с помощью индекса Майера…… 40
Оценка качества воды в водоемах с помощью методов биотестирования……. 42
Влияние загрязнителей на жизнеспособность рачка артемии……. 43
Оценка токсичности воды в водоемах с помощью хлореллы…… 43
Тема 2. **Экологическая оценка качества воздуха**……. 46
Исследование загрязнения окружающей среды по физико-химическим характеристикам снега……. 47
Исследование токсичности снега с помощью биотестирования……. 49
Анализ пылевого загрязнения атмосферы……. 50
Воздействие транспортных выбросов на семена высших растений….. 53
Определение степени поражения и омертвления тканей листа при антропогенном загрязнении воздушной среды …….. 54
Оценка повреждения растительности озоном…….. 56
Оценка содержания углекислого газа в помещении……. 60
Оценка загрязнения воздуха по состоянию сосны…… 62

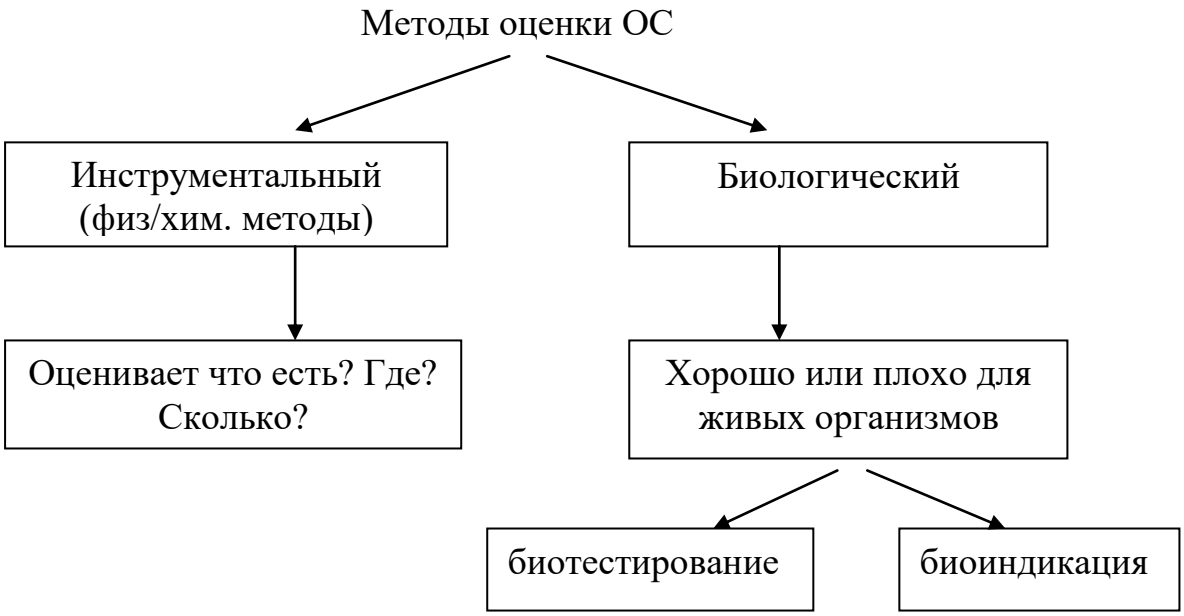
Оценка влияния крупных автомагистралей на состояние растительного покрова…….…… 63
Изучение кислотности осадков с помощью семян различных культур 64
Определение выбросов загрязняющих веществ автотранспортом…… 66
Тема 3. **Экологическая оценка качества почвы**……... 74
Морфологические свойства почв…… 74
Определение механического состава и структуры почвы…… 76
Определение соотношения твердых частиц в почвенном образце……. 77
Определение влажности и водных свойств почвы…… 77
Определение актуальной и обменной кислотности почвы…….. 80
Определение содержания гумуса в почве…….. 82
Оценка токсичности почвенного покрова с помощью Пенициллум циклопиум (Penicillium cyclopium)……. 83
Воздействие транспортных выбросов на мезофауну…… 84
Влияние загрязнителей на численность дождевых червей…….. 86
Исследование активности различных групп почвенных организмов 87
Исследование трофической структуры мезофауны по градиенту загрязнения выхлопами автотранспорта……. 88
Определение свинца в соке растений……. 90
Геоботаническая индикация почв (фитоиндикация)……. 90
Экологическая оценка состояния лугов по растительному покрову…... 98
Определение жизненного состояния леса (охраняемого, парка в городе и т.д.) и прогнозирование его дальнейшего развития…… 99
Тема 4. **Мониторинг среды обитания человека**……. 102
Изучение индивидуальных различий в восприятии наркотических веществ на примере кофеина…….…….. 102
Изучение шумового загрязнения…… 104
Оценка фитонцидной активности растений в опытах с простейшими и насекомыми…….…….. 106
Влияние сотовых телефонов на семена высших растений…… 109
Определение нитратов в различных овощных культурах…… 110
Оценка качества сока…….. 113
Обеззараживание воды хлорированием……. 116
Оценка суточного рациона питания…….. 117
Методы экологического мониторинга учебных помещений……... 128
Приложение 1…….. 143
Приложение 2…….. 149
Литература……..……. 159

МЕТОДЫ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

В настоящее время чрезвычайно актуален вопрос, какие последствия для живой природы и для человека имеют антропогенные, т.е. созданные самим человеком, факторы окружающей среды. Проблему охраны природы во многом можно рассматривать как проблему научно обоснованного нормирования и контроля выбросов и сбросов загрязняющих веществ в окружающую среду.

Эта проблема многоплановая: она охватывает широкое разнообразие антропогенных нагрузок, которые различаются по способу воздействия на почву, растения, животных и человека, так и по его последствиям.

Под действием природных и антропогенных нагрузок в экологических системах проявляется широкое разнообразие реакций на самых различных уровнях организации – клеточном, тканевом, организменном, популяционном и биоценотическом.



С экологической точки зрения не важно знать, каков уровень загрязнения, а важно знать, какие биологические эффекты это загрязнение вызывает. Биологические методы не отменяют систему инструментальных методов, а лишь дополняют ее качественно новыми биологическими показателями.

Выбор объектов исследования

При выборе объектов исследования проблема преодоления разнообразия является первостепенной и важнейшей. Для исследования должны выбираться одинаковые биогеоценозы в пределах основных природных зон страны. Например, в лесной зоне Европейской части биогеоценозы, представленные такими эдификаторами, как береза, ель, дуб, сосна, формируют подавляющее количество типов леса. Необходимо дальнейшее уточнение выбранных типов березняков, ельников, сосняков, дубрав по признакам травяно-кустарничкового яруса, почв. Это работа как теоретического (по литературным источникам), так и экспедиционно-полевого плана.

В выбранных типах биогеоценоза должен подвергнуться исследованию весь комплекс биотических и абиотических компонентов: воздух, дожди, снег, поверхностные воды, почва, подстилка, растения и животные различных систематических групп, при этом список объектов должен быть минимальным.

Среди тропосферных объектов наиболее представительным кажется снег, исследование микроэлементного состава которого дает интегральные показатели загрязнений, консервируемых в снежном покрове до начала снеготаяния.

Среди поверхностных вод наиболее представительны воды малых и временных водоемов (луж), имеющих атмосферное питание, вследствие чего они представляют собой закономерный этап накопления токсикантов в цепи миграции последних в биосфере. Воды рек несут в себе информацию от всего бассейна – это интегральный показатель; воды озер также не представительны, поскольку большинство из них в разной степени проточны. Микроэлементный состав луж также зависит от большого числа факторов: размеров, глубины, развития водной растительности. Уровень воды в них сильно колеблется от дождей, что ставит перед исследователями сложные задачи преодоления этого разнообразия путем выработки соответствующих критериев и отработки практики отбора проб.

В почвенных образцах возможно ограничение верхними горизонтами почв, до 10-12см – это слой, в котором сосредоточено подавляющее количество антропогенных загрязнений.

Подстилка – важный показатель состояния биогеоценоза. Не только ее микроэлементный состав, но масса, структура, степень гумусированности содержат информацию об уровне антропогенного воздействия, в частности, химического загрязнения.

Что касается растений и животных, то их реакции на организменном, популяционном и ценотическом уровнях весьма разнообразны. Для анализа необходимо отобрать минимальное количество видов животных и

растений, представляющих основные типы, классы и трофические уровни. Выбранные живые организмы должны «работать» в обширных географических районах в пределах одной природной зоны: тундры, тайги, лесостепи и т.д.

Кроме отбора образцов на химический анализ, необходимо регистрировать разнообразные биологические показатели: видовое разнообразие, биомасса, количество экземпляров на единицу площади, половозрастная структура популяции и т.д. При надежном и статистически достоверном измерении возможна воспроизводимая корреляция между биологическими параметрами и содержанием в образцах микроэлементов техногенного происхождения, после чего возможна оценка загрязнений только по биологическим параметрам, без осуществления хим. анализа, требующего средств, времени, дорогостоящей аппаратуры.

Типовой технологический цикл экоаналитического контроля загрязнений окружающей среды сводится к определенному набору основных операций и последовательности их выполнения, которые в общем виде заключаются в следующем:

• поиск источника (выбор места контроля) загрязнения или вредного воздействия;
• его первичная оценка «на месте» и/или отбор проб;
• подготовка проб к их транспортировке и хранению и доставка к месту анализа;
• подготовка проб к анализу непосредственно в лаборатории;
• количественный анализ проб в лабораторных условиях;
• обработка и представление результатов анализа с оценкой показателей правильности и достоверности полученных результатов;
• планирование следующего цикла контроля.

Выбор места для первичной оценки и/или отбора проб

Место для первичной оценки или отбора пробы выбирается в соответствии с целями анализа и на основании внимательного изучения всей имеющейся предварительной информации (документации), а также натурного исследования местности или контролируемого объекта, причем должны учитываться все обстоятельства, которые могли бы оказать влияние на состав взятой пробы или результат первичной оценки наличия и уровня загрязнения (воздействия). В зависимости от вида анализируемой среды данная процедура имеет некоторые особенности.

При поиске точек отбора проб ***воды*** из поверхностных ***природных источников*** особенно внимательно надо обследовать притоки реки и возможные источники загрязнения выше по течению от предполагаемого места первичной оценки или пробоотбора. Место отбора проб ***сточных вод*** оценивается и

выбирается только после подробного ознакомления с технологией производства, потреблением и сбросом воды, местоположением цехов объекта, системой его канализации, назначением и работой отдельных элементов систем очистки и т.д.

Створы отбора и оценки проб устанавливают на водоемах примерно и I км выше ближайшего по течению пункта водопользования (водозабор для питьевого водоснабжения, места купания, организованного отдыха, территория населенного пункта), а на непроточных водоемах и водохранилищах - в 1 км в обе стороны от пункта водопользования. Обычно принято отбирать пробы воды одного створа в 3 точках (у обоих берегов и в фарватере), но можно и в 1-2 точках (при ограниченных технических возможностях или на небольших водоемах). Учитывается характера водопользования и условия водного режима в данном пункте или распределения сточных вод в водоеме («струйность течения»).

Так, при централизованном водоснабжении в населенном пункте пробы воды из водоема можно брать в точке водозабора по глубине и ширине реки. Для характеристики источника централизованного водоснабжения при существующем водозаборе допускается отбор и первичная оценка проб непосредственно после насосов первого подъема.

Поиск и выбор места отбора, а также первичной оценки проб ***воздуха*** (как и в отношении других сред) проводят в предполагаемых зонах максимального загрязнения окружающей *природной среды* (например, в «факеле» выброса и в зонах его возможного прохождения на расстоянии до объекта от сотен метров до нескольких километров, обычно на высоте 1,5 метра от земли) или непосредственно вблизи нахождения (скопления) людей и других биообъектов, для которых данный выброс может оказаться вредным или опасным.

В ***рабочей зоне*** пробы воздуха следует отбирать в местах постоянного или максимально длительного пребывания людей, при характерных производственных условиях с учетом особенностей технологического процесса (непрерывный, периодический), количества (уровня) и физико-химических свойств, а также класса опасности и биологического действия выделяющихся химических загрязняющих веществ (ЗВ) или физических факторов воздействия, температуры и влажности окружающей среды.

Экоаналитический и санитарный контроль загрязнений воздушной среды в рабочей зоне осуществляют выборочно на отдельных рабочих местах, стадиях или операциях, если на обследуемом участке (характеризующемся постоянством технологического процесса) достаточно идентичное оборудование или одинаковые рабочие места, на которых выполняются одни и те же операции. При этом отбор проб следует проводить на рабочих местах, расположенных в центре и по периферии помещения (открытой промплощадки с оборудованием). При выборе точек пробоотбора основное внимание следует уделять рабочим местам по основным (массовым) профессиям.

Места для отбора пробы воздуха в рабочей зоне выбирают с учетом технологических операций, при которых возможно наибольшее выделение в воздух рабочей зоны вредных веществ, например:

- у аппаратуры и агрегатов в период наиболее активных химических, термических и иных процессов в них;
- на участках загрузки и выгрузки веществ, затаривания готовой продукции;
- на участках «внутренней» транспортировки сырья, полуфабрикатов и продукции;
- на участках размола и сушки сыпучих, пылящих материалов и веществ;
- у наиболее вероятных источников выделений при перекачке жидкостей и газов.;
- в местах отбора технологических проб, необходимых для целей технического анализа.

Периодичность отбора проб воздуха для каждого вещества в каждой выбранной точке устанавливают индивидуально в зависимости от времени пребывания персонала на рабочем месте, от характера контролируемого технологического процесса. Часто учитывают свойства веществ (факторов) и их опасности, устанавливая при производственном контроле следующую периодичность отбора и анализа проб: для 1-го класса – не реже одного раза в 10 дней, для 2-го - не реже, чем ежемесячно, а для 3-го и 4-го - не реже, чем один раз в квартал.

При выборе мест отбора проб ***почвы*** и их первичной оценки обычно учитывают два главных параметра: 1) размер (площадь) «элементарного» участка, с которого отбирают смешанный почвенный образец, отражающий средний уровень загрязнения почвы, и 2) «ключевой» участок, являющийся наименьшей геоморфологической единицей ландшафта, в достаточной мере отражающей генезис (тип, подтип) свойств почв.

В пределах ключевого участка выделяют ***«элементарные участки»,*** размеры которых зависят от расстояния до источника загрязнения почвы. Обычно руководствуются правилом: «чем дальше от источника, тем больше должна быть площадь элементарного участка». Кроме того, в пределах определенного элементарного участка выбирают также ***«рабочую площадку»,*** именно с которой и отбирают пробы почв для составления смешанного почвенного образца. Если размер элементарного участка сравнительно велик, а почвенный покров сложен, то в пределах этого участка выделяют несколько пробных рабочих площадок (обычно 2-3).

Данные параметры места пробоотбора выбирают индивидуально в зависимости от контурности почвенного покрова, рельефа местности, характера растительности и т.д. Ключевые участки ориентировочно намечают ни карте (с учетом розы ветров), а затем уточняют их в поле. В пределах ключевого участка (как уже было указано) выделяют элементарный участок и намечают пробные рабочие площадки. За рациональный размер такой площадки обычно принимают площадь около 1 га (100х100 м). Вокруг предприятия площадки намечают следующим образом: в радиусе 1,5-2,5 км (зона наибольшей

загрязненности) по 8 направлениям-румбам (хотя и не обязательно строго по азимуту); в радиусе 2,5-5 км (зона значительного влияния) - по 10-12 румбам, а в радиусе 5-10 км (зона обычно фиксируемого влияния объекта) - по 16-24 румбам. В таком случае пробные площадки оказываются друг от друга (по периметру) на равномерном расстоянии 1,5-2 км.

роза ветров – диаграмма, представляющая режим ветра в данном месте. Это кружок, от центра которого расходятся лучи по основным румбам (направлениям) горизонта. Внутри кружка цифрами указывается повторяемость штилей, а длины лучей пропорциональны повторяемости ветров данного направления. Концы лучей обычно соединяют ломаной линией.

Представленная схема носит рекомендательный характер, поскольку в природных условиях положение элементарных участков и количество пробных площадок зависят от ландшафтно-геохимических особенностей территории. При сильном загрязнении вокруг мощных предприятий в направлении господствующих ветров территорию обследуют на расстоянии до 20-30 км, а в направлении наименьшей повторяемости и силы ветров — примерно в 2 раза меньше.

Выбор места для отбора проб ***биоты*** является специфической задачей биомониторинга. Здесь же необходимо отметить принципиальную особенность данной процедуры - ***«индикационный» характер*** поиска места для такого пробоотбора. Он заключается в том, что наблюдение за показателями состояния растительности и животного мира и должно подсказать исследователю, где ему отбирать пробы биообъектов для последующего анализа на предмет их загрязненности.

В операцию «поиска источника» или места пробоотбора часто также включается задача ***идентификации*** характера воздействия или загрязняющего вещества *(установление его природы, расшифровка состава основных компонентов смеси).* При отсутствии технической возможности или необходимости в идентификации она должна заменяться более простой задачей *обнаружения,* т.е. ***подтверждения факта наличия*** загрязняющего вещества в среде. В случае обнаружения вредного физического фактора целесообразно сразу проводить количественное измерение его уровня.

Эти задачи должны решаться максимально ***экспрессно*** (т.е. *за минимальный промежуток контрольного времени),* сопоставимо по времени с пробоотбором. От быстроты первичной оценки при обнаружении источника загрязнения или воздействия вредного ФФ зависит не только длительность (а значит, и экономичность) вышеуказанных процедур, но часто и безопасность персонала.

Применяемые методы и технические средства должны быть способны обнаруживать максимально *специфично* (т.е. *избирательно по отношению к искомому ЗВ или ФФ* - на фоне мешающих примесей или других имеющихся

факторов). В случае идентификации требование о специфичности средства заменяется требованием, чтобы техническое средство было ***селективно,*** т.е. *способно одновременно* (или последовательно) *различать в анализируемой среде несколько* даже похожих по свойствам веществ (факторов).

Еще одной значимой характеристикой средства обнаружения является ***чувствительность,*** т.е. *способность фиксировать минимально возможные концентрации ЗВ или уровни ФФ.* Это свойство метода экоаналитического контроля наряду с экспрессностью и специфичностью входят и классическую «триаду» важнейших свойств средства контроля.

При неавтоматизированном («ручном») режиме обнаружения обычно используются ***портативные*** («простейшие») ***средства экспрессного контроля*** (для воздуха это индикаторные трубки, экспресс-тесты на основе индикаторных бумажек или пленок, другие индикаторные элементы; для воды и вытяжек из почвы - это тесты или тест-комплекты, а также микро- (мини)-портативные переносные лаборатории с упрощенными (обычно качественными или полуколичественными) операциями анализа.

Для автоматического обнаружения обычно применяют малогабаритные *сенсоры* и другие ***чувствительные элементы*** - устройства, обладающие свойствами быстродействующего *первичного преобразователя* контролируемого параметра окружающей среды в аналитический сигнал (изменение окраски, перепад электрического тока, напряжения или другого фиксируемого показателя), т.е. являющиеся ***сигнализаторами.*** Выполнив задачу обнаружения (или идентификации) ЗВ, средства выдают информацию, необходимую для принятия решения о проведении следующей операции - **пробоотбора.**

Тема 1. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОДЫ

Если воздух - среда, в которой человек постоянно находится и ею дышит, то воду человек ежедневно употребляет в пищу, вводя ее в состав собственных тканей. С этой точки зрения, качество потребляемой воды в значительной мере определяет и состояние нашего организма.

Интенсивная эксплуатация природных источников, мощное развитие промышленности и недостаточная вторичная очистка воды привели к сильному загрязнению водоемов. В больших городах с населением 5-10 млн. человек потребление воды очень велико: до тысячи и больше литров в день на человека. Города растут, растут и проблемы водоснабжения. Та вода, которая есть, очень загрязнена, и требуется масса сил на ее очистку. Природа не справляется с мутными реками стоков, которыми города наполняют реки планеты.

Говоря о качестве воды, мы имеем в виду основанные на нормативах ее потребительские свойства, т.е. пригодность для пищевого, хозяйственного или другого использования. Оценить качество воды и обозначить тенденции в его изменении можно с помощью физических, химических, биологических исследований.

В качестве объекта исследования можно взять воду как из природных источников (рек, озер, прудов, родников и т.д.), так и из водопровода, а также бутилированную воду.

Выделяют **гидрологические** и **гидробиологические** методы оценки воды. Первая группа методов характеризует гидрологический режим водного объекта с его ресурсным потенциалом, его способность к самоочищению, восприимчивость к экологическим нарушениям. К гидрологическим показателям относятся: температура воды, проточность, площадь водного зеркала, глубина, площадь водосбора, типы прилегающих территорий и др. Методы определения гидрологических параметров в большинстве своем, не сложны, не требуют дорогостоящего оборудования и обычно не вызывают затруднений в работах школьников и студентов.

Выделяют 4 группы показателей качества воды:

А. Органолептические показатели. К органолептическим показателям относятся цветность, запах, вкус и привкус, мутность и пенистость. Определение показателей этой группы является обязательным при любом исследовании воды.

Б. Гидрохимические показатели. Данная группа включает показатели, свойственные воде в ее естественном (природном) состоянии, характеризующие химический состав воды и определяемые, как правило, гидрохимическими методами. В число основных гидрохимических показателей качества воды входят: водородный показатель (pH), растворенный кислород, минерализация (анионы – карбонаты,

гидрокарбонаты, сульфаты, хлориды, катионы (кальций, магний, натрий и калий), сухой остаток, общая жесткость, биогенные элементы (нитраты, фосфаты, аммоний, нитриты, фториды, железо общее).

В. Содержание химических токсикантов. Показатели данной группы также характеризуют химический состав воды, однако, в отличие от показателей предыдущей группы, они не свойственны природному составу воды и попадают в нее, как правило, в ходе загрязнения окружающей среды. К химическим соединениям-токсикантам данной группы относят: пестициды, хлорсодержащие органические вещества, фенолы, формальдегид, тяжелые металлы, синтетические поверхностно-активные вещества (СПАВ), нефтепродукты и др.

Г. Микробное загрязнение. Нормативными документами (СанПиН 2.1.4.559-96 и др.) установлены такие показатели микробной загрязненности проб воды, как общее содержание (в 100 мл пробы воды) колиформных бактерий, общее микробное число (в 1 мл), количество мест лямблий (в 50 л).

Все они нормативно обеспечены, т.е. имеют соответствующие величины ПДК (законодательно или ведомственно устанавливаемый норматив количества вредного вещества в окружающей среде, которое принимается как практически не влияющее на здоровье человека). Данные по значениям ПДК опубликованы как в учебных изданиях, так и в специализированных справочниках.

Предельно допустимые концентрации веществ для различных категорий водопользования различны. Например, **санитарные ограничения** регламентируют возможности купания при наличии одних веществ, а **санитарно-гигиенические нормативы** лимитируют использование воды для питья и приготовления пищи при наличии в ней других веществ. Поэтому ПДК разных веществ различаются *лимитирующим показателем вредности* (ЛПВ). При этом выделяют:

- органолептический ЛПВ, изменяющий органолептические свойства воды – цвет, запах, вкус;
- общесанитарный ЛПВ, влияющий на общесанитарное состояние водоема, в частности на скорость протекания процессов самоочищения;
- токсикологический ЛПВ, влияющий на организм человека и обитающих в воде животных.

Для водных объектов культурно-бытового и хозяйственно-питьевого назначения нормирование осуществляется по токсикологическим, общесанитарным и органолептическим показателям, а для водных объектов рыбохозяйственного назначения – в основном по токсикологическим и отчасти по органолептическим.

При питьевом и рекреационном назначении вода нормируется по 11 основным показателям. При этом ПДК установлены более чем для 1200 ядовитых веществ.

При гидробиологической оценке используются обитающие в водоеме живые организмы – гидробионты. Показателями могут быть видовой состав, количество и биомасса гидробионтов, а также трофность и сапробность водоема. Объектами гидробиологической оценки могут быть фито- и зоопланктон, бентос, макрофиты, рыбы и др.

При исследовании качества воды нужно отобрать пробы для анализов, которые необходимо проводить в соответствии со следующими правилами:

- для получения максимально достоверного вывода нельзя ограничиваться одной пробой: надо брать их не меньше трех, а результат рассчитывать по среднему значению;
- чем меньше времени проходит после отбора пробы перед ее анализом, тем точнее результат;
- выполняйте эксперименты, строго следуя предлагаемым методическим рекомендациям.

Определение органолептических свойств воды

Определение показателей этой группы является обязательным при любом исследовании воды. Также бывает, что приходится использовать воду из природных водоемов (реки, ручьи, озера, родники). Как правило, это происходит во время экскурсий на природу, походов выходного дня, спортивных походов. Поэтому элементарные знания и умения по оценке качества воды будут весьма полезными.

В третьих каждый человек инстинктивно чувствует, какая это вода, хорошая («вкусная», «сладкая») или плохая. Подкрепить инстинктивные чувства теоретическими знаниями и практическими умениями в данной области просто необходимо. Методы оценки, изложенные ниже, очень просты и не требуют сложной аппаратуры. В большинстве случаев оценка построена на использовании стандартных шкал, в то же время ряд оценочных критериев предусматривают проведение экспериментальных исследований.

Общие требования, предъявляемые к качеству питьевой воды:

1. Вода должна быть прохладной, иметь хорошие органолептические свойства, то есть быть прозрачной, бесцветной, без привкуса и запаха.

2. Вода должна быть пригодна по своему химическому составу, то есть концентрация токсических химических веществ не должна превышать

ПДК, а для ряда не токсических веществ допустимы концентрации, которые не ухудшают ее органолептические свойства.

3. Вода должна быть безопасной в эпидемическом отношении, то есть не содержать патогенных простейших: бактерий, вирусов, яиц гельминтов.

1. Определение температуры

Температура играет важную роль в оценке качества воды. Большое количество физических, химических и биологических характеристик воды зависит от ее температуры:

- количество растворенного в воде кислорода (при низких температурах кислород растворяется в воде лучше, чем при высоких);
- продуктивность фотосинтеза водных растений (растения быстрее вырастают и отмирают, т.о. повышение температуры воды является косвенной причиной эвтрофикации);
- скорость обмена веществ у водных обитателей (с повышением температуры она возрастает, поэтому жизненные циклы водных беспозвоночных проходят в более короткие сроки. Это может отрицательно сказаться на перелетных птицах, которые эволюционно адаптированы к конкретному спектру питания во время своих миграций);
- чувствительность организмов к отравляющим веществам и болезнетворным микроорганизмам (так, при тепловом загрязнении водоемов рыбы оказываются более уязвимы к отрицательным воздействиям).

Нужно отметить, что вода при температуре 8-15°С обладает лучшими освежающими и утоляющими жажду свойствами. С повышением температуры эти свойства ухудшаются. При 25-30°С вода неприятна и вызывает рвотный рефлекс. Поэтому по международному стандарту температура питьевой воды не должна превышать 25°С.

Оборудование: проба воды, термометр

Ход работы. Держите в пробе воды термометр в течение 5 мин. Данные занесите в таблицу 1.2.

2. Определение прозрачности

Количество взвешенных в воде частиц определяет ее прозрачность. Это могут быть частицы ила, глины, промышленных и сельскохозяйственных стоков.

Взвешенные частицы способствуют нагреву воды, т.к. поглощают тепловое излучение. Это приводит к падению уровня растворенного в воде

кислорода, а также снижению продуктивности фотосинтеза. Твердые частицы забивают жабры рыб, ослабляют иммунные свойства организмов. Уменьшение прозрачности природных вод свидетельствует об их загрязнении.

Прозрачность воды является показателем эффективности процесса осветления воды на очистных сооружениях. При прозрачности менее 30 см ограничивается водопотребление. Гигиеническое нормирование осадка обусловлено тем же, что и прозрачности.

Способ 1.

Оборудование: шрифт Снеллена, цилиндр с плоским дном, линейка, проба воды.

Ход работы. Прозрачной считают воду, если через ее слой в 30 см отчетливо читается шрифт Снеллена. Налейте исследуемую воду в цилиндр с плоским дном, поместите туда шрифт Снеллена на расстоянии 4 см от дна цилиндра, сливайте воду до тех пор, пока сверху через слой воды можно будет прочесть этот шрифт. Высоту столба оставшейся воды измерейте линейкой и выразите степень прозрачности в см. Данные занесите в таблицу 1.2. Шрифт Снеллена можно найти на любой станции СЭС.

Способ 2. (по Мансуровой и Кокуевой, 2001).

1. Налейте в стеклянный мерный цилиндр исследуемую воду.
2. Попробуйте сверху различить газетный текст стандартного шрифта сквозь налитую в цилиндр воду. Цилиндр с водой должен находиться над текстом на высоте 4-5 см. Высота водяного столба в сантиметрах, сквозь который текст можно прочитать, считают значением прозрачности воды.
3. Оцените прозрачность исследуемой воды по одной из трех характеристик: прозрачная, малопрозрачная, непрозрачная.

3. Определение осадка в воде.

Оборудование: проба воды, цилиндр.

Ход работы. Взболтанную в бутылке воду налейте в цилиндр слоем до 30 см и оставьте в покое на 1 час. Осадок оцените качественно (песчаный, глинистый, илистый, кристаллический, хлопьевидный). Отметьте цвет осадка. Данные занесите в таблицу 1.2.

4. Определение запаха воды

Искусственные запахи и привкусы могут быть показателями загрязнения воды промышленными сточными водами. Естественные запахи и привкусы интенсивностью выше 2 баллов свидетельствуют о наличии в воде биологически активных веществ, выделяемых сине-зелеными водорослями. Возможны случаи загрязнения воды при

аварийных разливах нефти, нефтепродуктов, поверхностно-активных веществ. При интенсивности запахов и привкусов выше 2 баллов ограничивается водопотребление.

Шкала определения интенсивности запахов и привкусов (баллы):

О - не ощущается;

1 - не определяется потребителем, но обнаруживается опытным исследователем;

2 - слабый, обнаруживается потребителем только в том случае, если указать на него;

3 - заметный, обнаруживается потребителем и вызывает его неодобрение;

4 - отчетливый, обращающий на себя внимание и делающий воду непригодной для питья;

5 - очень сильный, делающий воду непригодной для питья.

Таблица 1.1.

Шкала оценки запахов

Символ	Характер запаха	Примерный род запаха
А	Ароматический	Огуречный, цветочный
Б	Болотный	Илистый, тинистый
Г	Гнилостный	Фекальный, сточный
Д	Древесный	Мокрой щепы, древесной коры
З	Земленистый	Прелый, свежевспаханной земли, глинистый
П	Плесневелый	Затхлый, застойный
Р	Рыбный	Рыбьего жира, рыбный
С	Сероводородный	Тухлым яйцом
Т	Травянистый	Скошенной травой, сеном
Н	Неопределенный	Естественного происхождения, не подходящий под предыдущие определения

Оборудование: колба (пробирка) с притертой пробкой, вода, шкала оценки запахов.

Ход работы. Колбу с притертой пробкой наполните до 2/3 объема исследуемой водой и сильно встряхните, затем откройте пробку и вдыхайте запах. Для усиления интенсивности запахов коническую колбочку (на 200-300 мл) наполните до 1/2 ее объема исследуемой водой, закрыть стеклом и нагревайте до 60^0С. Затем колбочку вращательным движением взболтайте и, сдвинув стекло, быстро определите запах. Данные занесите в таблицу 1.2.

5. Определение вкуса и привкуса воды

Оборудование: стакан с водой, шкала определения вкуса и привкуса (см. выше).

Ход работы. Наберите воду в рот маленькими порциями, не проглатывая. Отметьте наличие вкуса (соленый, горький, кислый, сладкий) или привкуса (щелочной, металлический, вяжущий и тому подобное), оцените в баллах. Данные занесите в таблицу 1.2.

6. Определение цветности воды

Цвет природной воды обусловлен наличием в ней гуминовых кислот, загрязнений промышленных предприятий, соединений железа, наличия цветущих водорослей. Увеличение или уменьшение цветности подземных вод свидетельствует об их загрязнении. Цветность является показателем эффективности обесцвечивания воды на водопроводных сооружениях.

Оборудование: цилиндр, пробирки, белый лист бумаги, питьевая вода, дистиллированная вода.

Ход работы. Цвет воды определите качественно путем сравнения окраски профильтрованной воды (в количестве не менее 40 мл) с окраской равного объема дистиллированной воды. Цилиндры с пробками рассмотрите под белым листом бумаги, характеризуя исследуемую воду как «бесцветная», «слабо-желтая», «буроватая» и так далее. Данные занесите в таблицу 1.2.

Таблица 1.2.

Показатели, характеризующие органолептические свойства воды

Показатели	Нормативы	Оценка (дается исследователем)
Температура	Не более 25"	
Прозрачность	Не менее 30 см	
Цветность	Бесцветная	
Запах	До 2-3	
Привкус	Баллы	
Осадок	Без осадка	

После проведения всех лабораторных работ сформируйте заключение о качестве анализируемой воды.

Определение содержания растворенного кислорода в пробе воды

Растворенный кислород – важный фактор, говорящий о благополучном состоянии водоема, о возможности существования в нем живых организмов.

Большая часть кислорода поступает в водоемы из атмосферы. Поставщиками кислорода также являются водоросли и высшие растения, выделяющие его в процессе фотосинтеза.

Основным физическим фактором, влияющим на концентрацию растворенного кислорода, является температура. При низких температурах он растворяется в воде лучше, чем при высоких. Таким образом, количество кислорода варьирует в течение суток и в течение года. В проточной воде отмечается большее количество кислорода, чем в стоячей, т.к. атмосферный кислород в первом случае легче переходит в растворенное состояние. Органические отходы, поступающие с промышленными, сельскохозяйственными или бытовыми стоками – также одна из причин изменения содержания кислорода в воде.

Изменение содержания кислорода сказывается на видовом разнообразии обитателей водоема. Так, в одном случае распространяются требовательные к кислороду организмы, а в другом – толерантные (устойчивые) к его низкому содержанию.

Таблица 1.3.

Потребность в кислороде различных пресноводных рыб

Потребность в кислороде (1мг на 1 л воды)	Названия рыб
7-11	Рыбы, обитающие в холодных реках с быстрым течением: форель, гольян, подкаменщик
5-7	Хариус, пескарь, голавль, налим
4	Плотва, ерш
0,5	Линь

Предлагаем определить содержание растворенного кислорода следующим способом (по Насоновой, 1995).

Оборудование: пробы воды, 30%-ная серная кислота, 0,02н раствор $KMnO_4$ (316 мг $KMnO_4$ растворить в 10 мл воды), стеклянная посуда на 50 мл, стеклянная палочка.

Ход работы.

1. Отфильтруйте пробы воды.

2. К 5 мл отфильтрованной воды добавьте 0,5 мл 30%-ной серной кислоты и 1 мл 0,02н раствора перманганата калия.
3. Тщательно перемешайте содержимое и оставьте на 20 минут при температуре 20^0С.
4. Оцените результаты, пользуясь таблицей 1.4.

Таблица 1.4.

Содержание растворенного кислорода в воде

Цвет раствора	Содержание растворенного кислорода в воде, мг/л
ярко-розовый	1
лилово-розовый	2
слабо лилово-розовый	4
бледно лилово-розовый	6
бледно-розовый	8
розово-желтый	12
желтый	16

Справка: предельно возможная концентрация кислорода, растворенного в воде, летом – 15-20 мг/л, зимой – 20-30 мг/л.

Определение содержания ионов водорода в воде: pH фактор воды

С помощью данного исследования можно определить содержание ионов водорода в воде. В том случае, если содержание ионов водорода H^+ и гидроксид-ионов OH^- в воде одинакова, ее pH=7, и водная среда считается нейтральной. Если ионов H^+ больше, чем гидроксид-ионов, то pH<7; вода имеет кислую реакцию. Если же концентрация OH^- превышает концентрацию H^+, то pH>7; такая вода обладает основной, или щелочной, реакцией.

Значения pH для некоторых веществ, известных всем по их использованию в быту таковы: у лимонного сока pH = 2, у уксуса pH = 3, у пепси-колы pH = 4, у нормального дождя pH = 6, у дистиллированной воды pH = 7, у пищевой соды pH = 8,3; у аммиака pH = 11, у извести pH = 12.

Наиболее низкие значения pH (т.е. наибольшую кислотность) имеют болотные воды, где присутствуют гуминовые кислоты. Наиболее высокие значения pH у подземных вод, насыщенных углекислым газом.

Человек влияет на кислотные характеристики. При сжигании любого ископаемого топлива (угля, горючего сланца, мазута) в составе выделяющихся газов содержатся диоксиды серы и азота. Выбрасываемые в атмосферу, они превращают выпадающие дожди в слабый раствор кислот:

$4NO_2 + 2H_2O + O_2 = 4HNO_3$;

$2SO_2 + 2H_2O + O_2 = 2H_2SO_4$;

$SO_2 + H_2O = H_2SO_3$.

Кислотные дожди закисляют природные воды. В случае если русло реки проходит в известковых породах, закисленная вода может оказаться нейтрализованной за счет реакции воды и известняков:

$CaCO_3 + 2HNO_3 = Ca(NO_3)_2 + H_2O + CO_2$.

Значение pH является важным фактором, влияющим на жизнь водных обитателей. Большинство их очень чувствительно к изменению значения pH. При экстремальных значениях pH (выше 9,6 и ниже 4,5) вода становиться непригодной для жизни большинства организмов. К значению кислотности особенно чувствительны личиночные стадии организмов. Если вода имеет кислую реакцию, то для живых организмов возрастает опасность повреждающего действия тяжелых металлов, т.к. в такой воде увеличивается подвижность ионов тяжелых металлов.

Оборудование: пробы воды, универсальная индикаторная бумага, цветная шкала pH, pH-метр.

Ход работы.

1. Отберите пробу воды с участка водоема, максимально отдаленного от берега.
2. Определите значение pH с помощью универсальной индикаторной бумаги или pH-метра немедленно после взятия пробы, поскольку изменение температуры воды влияет на значение pH.
3. Опустите в исследуемую воду кусочек универсальной индикаторной бумаги и сравните ее цвет с цветной шкалой. Определите значение pH. **Или**
4. Ополосните зонд pH-метра дистиллированной водой, опустите его в пробу исследуемой воды и снимите показания pH (этот метод более точен, но до начала эксперимента необходимо тщательно проверить pH-метр, используя готовые растворы с известным значением pH) . Вновь ополосните зонд перед тем, как поместить его на хранение в буферный раствор.
5. Повторите опыт с пробами воды из различных источников.

Исследование воды на содержание нитратов и нитритов

Азот является важным элементом, необходимым для построения белков и нуклеиновых кислот всеми живыми организмами. В водных экосистемах азот присутствует в молекулярном виде и в составе ионов. Молекулярный азот недоступен растениям. Исключением из водных растений являются лишь сине-зеленые водоросли. Растения водоемов поглощают азот в составе ионов аммония (NH_4^+), нитрит-ионов (NO_2^-) и нитрат-ионов (NO_3^-). Животные получают азот из среды в составе белков и нуклеиновых кислот, которые попадают к ним по цепям питания. После гибели и разложения организмов азот в виде ионов вновь попадает в воду.

Избыточный азот попадает в природные источники воды вместе со стоками. Особенно много его вблизи сельскохозяйственных угодий. Это связано со смывом азотных удобрений с полей, а также с попаданием в воду отходов животноводства с ферм. Стоки вод, богатые азотом, попадают в природные источники либо через грунтовые воды, либо непосредственным путем, будучи смытые дождями. Избыточное количество азота в воде отрицательно сказывается на жизнедеятельности обитателей водоема.

Нормальным считается содержание нитрат-ионов 10 мг/л, а нитрит-ионов – 1 мг/л. Предельно допустимая концентрация (ПДК) нитратов в воде водоемов – 45 мг/л, а нитритов – 3,3 мг/л.

Оборудование: пробы воды, бумажные индикаторы для обнаружения связанного азота; раствор дифениламина; пробирки, реактив Грисса (приготовление описано в Приложении), водяная баня.

Ход работы.

Способ 1.

Химический анализ воды на содержание в ней нитратов и нитритов в условиях школьных химических лабораторий выполнить очень сложно. Однако оценить содержание этих ионов воде можно с помощью промышленно изготавливаемых и продающихся готовых бумажных индикаторов. Таковыми являются, например, «Аквачеки». Бумажный индикатор (одна полоска) опускается в исследуемую воду. По изменению цвета индикатора, интенсивности его окрашивания судят о количестве нитрат-ионов и нитрит-ионов, сравнивая образец со стандартной шкалой.

Определите в исследуемой пробе воды примерное содержание нитрат-ионов и нитрит-ионов.

Способ 2.

На часовое или предметное стекло поместите 3 капли раствора дифениламина, приготовление которого описано в Приложении (**Осторожно!**), и 1-2 капли исследуемой воды. В присутствии нитрат- и нитрит-ионов появляется синее окрашивание, интенсивность которого зависит от их концентрации.

Способ 3. Качественное определение нитрит-ионов с приближенной количественной оценкой

В пробирку налейте 10 мл исследуемой воды, прибавьте 1 мл реактива Грисса (Соблюдайте технику безопасности!) и нагрейте до 70-80°С на водяной бане. Через 10 мин. появившуюся окраску сравните со шкалой (табл.1.5).

Таблица 1.5.

Ориентировочное содержание нитритов

Окрашивание при рассмотрении		**Нитриты, мг/л**	
сбоку	**сверху**	**по азоту**	**по нитритам**
нет	нет	Менее 0,001	Менее 0,003
нет	чрезвычайно слабо-розовое	0,001	0,003
едва заметное розовое	очень слабо-розовое	0,002	0,007
очень слабо-розовое	слабо-розовое	0,004	0,013
слабо-розовое	светло-розовое	0,015	0,050
светло-розовое	розовое	0,030	0,100
розовое	сильно-розовое	0,060	0,200
сильно-розовое	красное	0,150	0,500
красное	ярко-красное	0,300	1,000

Определение нитратов и нитритов в воде по методу А.Л.Рычкова

Предельно допустимая концентрация (ПДК) нитритов (NO_2^-) в питьевой воде водоемов 3,3 мг/л, нитратов (NO_3^-)- 45 мг/л.

Оборудование и реактивы: риванол (этакридина лактат), антипирин, оксафенамид, стрептоцид, гидрокарбонат натрия (пищевая сода), физиологический раствор (0,9% раствор хлорида натрия в дистиллированной воде), а также соляная кислота и дихромат калия (их можно приобрести в аптеке).

Определение нитритов.

Для контроля нитритов можно воспользоваться одним из трех методов, пределы обнаружения у которых составляют 1,3; 1,6 и 2 мг/л нитрит-ионов.

Риванольная реакция. К 1 мл исследуемой воды прибавляют 1 мл физиологического раствора и смешивают с 1 мл риванольного раствора (таблетку растворяют при нагревании в 200 мл 8%-ной соляной кислоты). Если появится бледная розовая окраска, значит, уровень нитритов в питьевой воде недопустим.

Антипириновая реакция. 1 мл питьевой воды смешивают с 1 мл физиологического раствора (концентрация нитритов при таком разведении падает вдвое), 1 мл раствора антипирина (одна таблетка в 50 мл 8%-ной соляной кислоты) и быстро прибавляют две капли 1°/о-ного раствора дихромата калия. Смесь нагревают до появления признаков кипения. Если в течение 5 мин. раствор становится бледно-розовым, то значит, что в нем содержится более 1,6 мг/л нитрит-ионов, а в пробе питьевой воды соответственно вдвое больше (выше 3,2 мг/л). В этом случае содержание нитрит-ионов превышает предельно допустимую концентрацию.

Домашняя модификация метода Грисса. Метод Грисса довольно трудоемок, но этот метод санитарно-гигиенического контроля можно вполне повторить на кухне, не используя быстроокисляющиеся реактивы и специальную аппаратуру

К 1 мл солянокислого раствора стрептоцида (таблетка 0,5 г в 50 мл 8%-ной соляной кислоты) прибавляют 1 мл анализируемой воды, предварительно разбавленной вдвое дистиллированной водой или физраствором, и ставят на 2 мин. в холодильник. Затем в смесь понемногу присыпают гидрокарбонат натрия, пока не перестанут выделяться пузырьки газа. Здесь главное не переборщить с содой, так как ее избыток мешает цветной реакции. Поэтому следует добавлять ее по крупинкам. После того, как кислота нейтрализована, остается прибавить 1 мл холодного раствора оксафенамида в 10%-ный раствор гидрокарбоната натрия (в 100 мл физраствора растворяют 20 таблеток по 0,5 г гидрокарбоната натрия и 1 таблетку оксафенамида). Если в течение 5 мин. смесь приобретает бледно-желтую окраску, вода не пригодна к употреблению.

Определение аммиака и ионов аммония в воде
(с приближенной количественной оценкой)

Предельно допустимая концентрация (ПДК) аммиака и ионов аммония в воде водоемов 2 мг/л по азоту или 2,6 мг/л в виде иона аммония.

Оборудование: пробирки, 30%-ый раствор сегнетовой соли, реактив Несслера (приготовление описано в Приложении 1).
Ход работы.

1. В пробирку налейте 10 мл исследуемой воды, прибавьте 0,2-0,3 мл 30%-ного раствора сегнетовой соли и 0,2 мл реактива Несслера **(Осторожно! Реактив содержит соль ртути и щелочь. Работать в вытяжном шкафу, используя пипетку с грушей**).
2. Через 10-15 мин. Проведите приближенное определение по таблице 1.6.

Таблица 1.6.

Ориентировочное суммарное содержание аммиака и ионов аммония в воде

Окрашивание при рассмотрении		Аммиак и ионы аммония	
сбоку	сверху	мг азота/л	мг NH_4^+/л
нет	нет	0,04	0,05
нет	Чрезвычайно слабо-желтоватое	0,08	0,1
чрезвычайно слабо-желтоватое	слабо-желтоватое	0,2	0,3
слабо-желтоватое	светло-желтое	0,8	1,0
желтое	буровато-желтое	2,0	2,5
мутноватое, резко желтое	бурое, раствор мутный	4,0	5,0
интенсивно бурое, раствор мутный	бурое, раствор мутный	Более 10,0	Более 10,0

Качественное определение хлоридов в пробах воды
(с приближенной количественной оценкой)

В поверхностных водах количество хлоридов зависит от характера пород, слагающих бассейны, и варьирует в значительных пределах - от десятых долей до тысячи миллиграммов на литр. В реках северной части России хлоридов обычно немного, не более 10 мг/л, в южных районах эта величина повышается до десятков и сотен мг/л. Много хлоридов попадает в водоемы со сбросами хозяйственно-бытовых и промышленных сточных

вод. Этот показатель весьма важен при оценке санитарного состояния водоема.

Концентрация хлоридов в водоемах-источниках водоснабжения допускается до 350 мг/л. Вода, содержащая хлориды в концентрации более 350 мг/л имеет солоноватый привкус, а при концентрации 500-1000 мг/л неблагоприятно влияет на желудочную секрецию.

Оборудование: пробы воды, 10%-ый раствор нитрата серебра.
Ход работы:

1. В пробирку налейте 5 мл исследуемой воды и добавьте 3 капли 10%-ного раствора нитрата серебра. Приблизительное содержание хлоридов определяют по осадку или помутнению (табл.1.7).
2. Сделайте выводы о наличии хлоридов в пробах воды.

Таблица 1.7.

Определение содержания хлоридов

Осадок или помутнение	Концентрация хлоридов, мг/л
Опалесценция или слабая муть	1—10
Сильная муть	10—50
Образуются хлопья, но осаждаются не сразу	50—100
Белый объемистый осадок	Более 100

Качественное определение сульфатов в пробах воды
(с приближенной количественной оценкой)

Содержание сульфатов в природных поверхностных и подземных водах обусловлено выщелачиванием горных пород, биохимическими процессами и др. В северных водоемах сульфатов обычно немного, в южных районах, где воды более минерализованы, содержание сульфатов увеличивается. Сульфаты попадают в водоемы также со сбросами сточных вод.

Концентрация сульфатов в воде источников водоснабжения допускается до 500 мг/л.

Оборудование: пробы воды, пробирки, раствор соляной кислоты (1 часть концентрированной HCl растворить в 5 частях воды), 5%-ный раствор хлорида бария.
Ход работы:

1. В пробирку внесите 10 мл исследуемой воды, 0,5 мл раствора соляной кислоты и 2 мл 5%-ного раствора хлорида бария, перемешайте.
2. По характеру выпавшего осадка определите ориентировочное содержание сульфатов:
   - при отсутствии мути - концентрация сульфат-ионов менее 5мг/л;
   - при слабой мути, появляющейся не сразу, а через несколько минут 5-10 мг/л;
   - при слабой мути, появляющейся сразу после добавления хлорида бария, - 10-100 мг/л;
   - сильная, быстро оседающая муть свидетельствует о достаточно высоком содержании сульфат-ионов (более 100 мг/л).

Определение общего количества примесей

Эта работа позволяет оценить общее количество нерастворимых веществ, растворимых минеральных солей и взвешенных частиц. Минеральный состав воды включает в себя катионы: кальция, железа (II), натрия; анионы: сульфат-ион, нитрат-ион, гидрокарбонат-ион, дигидрофосфат-ион и др. Минеральные вещества жизненно необходимы для живых организмов. Природный баланс минеральных веществ может меняться в сторону увеличения их содержания в связи с загрязнением водоемов промышленными стоками, смывами с улиц, где зимой применялись песчано-солевые смеси, смывами с удобряемых полей и газонов и др.

Большое количество примесей может ухудшить качество воды. С другой стороны, недостаточное количество минеральных солей, например, таких, как фосфаты и нитраты, также пагубно: оно снижает эффективность фотосинтеза.

Оборудование: технохимические или аналитические весы, разновесы; фарфоровая чашка на 150 мл; мерный стакан на 100 мл; сушильный шкаф или муфельная печь; эксикатор с осушителем (прокаленный хлорид кальция).

Ход работы.

1. Отбор пробы постарайтесь сделать как можно дальше от берега (соблюдайте осторожность!).
2. Фарфоровую чашку тщательно вымойте, высушите в сушильном шкафу до постоянной массы, т.е. так, чтобы ее масса не менялась

после двух последующих операций высушивания. Запишите массу фарфоровой чашки (m1).

3. Отмерьте 100 мл пробы воды и выдержите ее в сушильном шкафу при температуре около 105°С в течение нескольких часов до полного выпаривания воды. Не допускайте разбрызгивания воды.
4. Остудите чашку в эксикаторе и взвешиванием определите ее массу (m2).
5. Для определения общего количества примесей сделайте следующий расчет: (m2 – m1): 100 мл. Пересчитайте эту величину, получив количество примесей в миллиграммах на литр воды.

Измерение общей жесткости воды

Жесткость воды зависит от содержания в ней катионов кальция и магния, которые присутствуют в воде в составе сульфатов, гидрокарбонатов, хлоридов. То или иное содержание ионов кальция и магния в воде вызывается рядом естественных причин, например, определенным составом омываемых горных пород.

В то же время на степень жесткости влияют и антропогенные факторы. Так, например, хлорид кальция часто используется в приготовлении составов против обледенения дорог зимой. Весной талыми водами смываются в реки дорожные смеси, и количество хлорида кальция в них возрастает.

Различают временную и постоянную жесткость воды. Временная жесткость воды обусловлена наличием гидрокарбонат-ионов и устраняется кипячением. В процессе кипячения гидрокарбонаты кальция и магния разлагаются с образованием нерастворимых в воде карбонатов, оседающих на стенках сосуда в виде накипи:

$$Ca(HCO_3)_2 = CaCO_3 + H_2O = CO_2\uparrow;$$
$$Mg(HCO_3)_2 = MgCO_3 + H_2O = CO_2\uparrow.$$

Кроме кипячения, которое смягчает воду, устраняя временную жесткость, есть и другие способы смягчения воды, например, добавление в воду карбоната натрия (стиральная сода), использование ионообменников и др.

Постоянная жесткость обусловлена присутствием в воде хлорид-ионов и сульфат-ионов. Она не устраняется кипячением, т.к. сульфаты и хлориды устойчивы к нагреванию.

Жесткость воды измеряется суммой мг-экв ионов кальция и магния в 1л воды. При этом 1 мг-экв отвечает содержанию 20,04 мг/л кальция или 12,16 мг/л магния. Вода считается очень мягкой, если общая жесткость

составляет до 1,5 мг-экв/л. Мягкая вода содержит 1,5 – 3 мг-экв/л. Если жесткость 3-6 мг-экв/л, - вода умеренно-жесткая. Вода считается жесткой, если содержит 7-9 мг-экв/л. Очень жесткая вода обладает общей жесткостью более 9 мг-экв/л.

К каким осложнениям в нашей жизни приводит жесткая вода? Во-первых, жесткая вода мешает мылу проявлять свои моющие свойства. При смешивании мыла с мягкой водой оно легко в ней растворяется с образованием мутного раствора со слоем пены на поверхности. Если же мыло добавить к жесткой воде, ионы кальция и магния химически взаимодействуют с мылом, образуя при этом нерастворимые соединения, которые видны в виде хлопьев или клейкого налета. Моющие свойства у такого осажденного мыла отсутствуют. Также этот налет оседает на одежде, коже, волосах при их мытье.

Некоторые положительные и отрицательные свойства жесткой воды приведены в таблице 1.8.

Таблица 1.8.

Свойства жесткой воды

Положительные свойства	Отрицательные свойства
Поставляет кальций в организмы	Большой расход мыла, образование осадка
Вкус лучше	Образование накипи в трубопроводах, котлах, чайниках
Предпочтительна для варки пива	Хуже развариваются продукты

Измерить общую жесткость воды предлагается несколькими способами.

Способ 1.

Согласно ГОСТу общую жесткость воды определяют методом комплексонометрического титрования, основанным на вытеснении эриохрома черного Т из комплекса с ионами кальция и магния более сильным комплексоном – этилендиаминтетрауксусной кислотой (ЭДТА).

Эриохром черный Т представляет собой азокраситель, обладающий сопряженной системой двойных связей, обеспечивающей окраску данного соединения (голубой цвет при pH более 8). С ионами кальция и магния это соединение образует комплекс розово-фиолетового цвета.

Этилендиаминтетрауксусная кислота (ЭДТА, трилон Б) – наиболее сильный из известных в настоящее время комплексонов. Количество ионов кальция и магния, находящихся в связанном состоянии, определяют титрованием розово-фиолетового раствора эриохрома черного Т раствором ЭДТА известной концентрации. Поскольку ЭДТА является более сильным комплексоном по сравнению с эриохромом черным Т, то последний вытесняется из комплекса с металлами, и в точке эквивалентности розовая

окраска исчезает, появляется голубое окрашивание, соответствующее раствору свободного эриохрома черного Т. (Приготовление реактивов описано в Приложении).

Оборудование: бюретки, пипетки, конические колбы на 100мл, капельницы, мерный цилиндр на 100мл, 0,05М раствор трилона Б, аммиачный буферный раствор, эриохром черный, пробы воды.
Ход работы.

1. Отберите 10 мл исследуемой питьевой воды в плоскодонную колбу на 100 мл, добавьте 1-2 мл аммиачного буфера с pH = 8 и на кончике шпателя краситель эриохром черный Т до получения светло-розового окрашивания.
2. Титруйте приготовленный раствор 0,05М раствором трилона Б до появления голубого цвета раствора.
3. Жесткость воды в мг-экв/л рассчитайте по формуле:

$$\text{Жесткость, мг-экв/л} = \frac{0{,}05 \times 1000 \times V}{10}, \text{ где}$$

0,05 – молярность трилона Б; V – объем трилона Б, пошедший на титрование, мл; 1000 – коэффициент пересчета в л; 10 – объем пробы воды, взятой на анализ, мл.

Способ 2.
Оборудование: штатив с держателем, шпатель, бюретка, 3 конические колбы на 100мл, мерный цилиндр 10 мл, фильтровальная бумага, воронка, раствор мыла (10г/л в смеси воды и этанола), дистиллированная вода, водопроводная вода, исследуемая вода, известковая вода, сульфат кальция.
Ход работы.

1. Мерным цилиндром налейте 10 мл водопроводной воды в коническую колбу.
2. Наполните бюретку мыльным раствором. Добавьте 1 мл мыльного раствора в колбу и встряхните ее. Если пена не образуется, добавьте по каплям еще раствор мыла. После добавления каждой капли необходимо встряхивать содержимое колбы. Продолжайте добавлять мыльный раствор, пока не образуется устойчивая пена высотой 1 см. Эта пена должна держаться 30 или более секунд.
3. Запишите объем мыльного раствора, необходимый для образования устойчивой пены с 10 мл водопроводной воды.
4. Промойте колбу и повторите действия 1-3 с другими образцами воды: дистиллированной, известковой, из исследуемого водоема и очень жесткой водой, приготовленной взбалтыванием шпателя сульфата кальция с 20 мл дистиллированной воды и последующим

фильтрованием насыщенного раствора сульфата кальция от не растворившейся твердой соли.

5. Для сравнительной оценки следует проделать эксперименты с водой различной жесткости, а также с эталонными растворами веществ, обуславливающих жесткость воды. Результаты занесите в таблицу 1.9.

Таблица 1.9.

Сравнительная жесткость воды

Пробы воды, растворы	Количество капель мыльного раствора до появления пенной шапки высотой 1 см
Дистиллированная вода	
Водопроводная вода	
Исследуемая вода (проба 1)	
Исследуемая вода (проба 2)	
Исследуемая вода (проба 3)	
Раствор хлорида кальция	
Раствор сульфата кальция	
Раствор гидрокарбоната кальция	
Известковая вода	

Обнаружение нефтепродуктов

(по Ашихмина Т.Я., 2000)

Нефть - сложная смесь органических веществ. Основные компоненты нефти:

- парафины (предельные углеводороды);
- циклопарафины (циклические предельные углеводороды);
- ароматические углеводороды;
- соединения серы, азота, металлоорганические комплексы;
- естественные радиоактивные элементы (уран, торий).

Нефтяные загрязнения чаще возникают из-за экологически неграмотной деятельности человека.

После разгрузки нефтеналивные суда заполняют морской водой, которая образует с нефтепродуктами устойчивую эмульсию. Эту эмульсию затем сливают в морс недалеко от порта. Попавшая в море или океан нефть быстро растекается в виде тонкой пленки, препятствующей поступлению в воду свободного кислорода.

Часть нефти, оказавшаяся в водоеме, даст с водой эмульсию, губительно действующую на живые организмы. При концентрациях,

больше 0,05 мг/л, уменьшается количество фитопланктона, погибает молодь. Вредное воздействие особенно губительно для обитателей прибрежной зоны и мелководья.

Наибольшую опасность для живых организмов представляют ароматические углеводороды, содержащиеся в нефти, их присутствие в количествах 10^{-6}-10^{-5}% вызывает быстрые и нередко существенные изменения в биологической среде водоема, за счет чего происходит нарушение тонко сбалансированных процессов в цепях питания.

При авариях на нефтеналивных судах и при значительных выбросах нефти может происходить практически полное вымирание морских рыб, птиц и других животных.

Простейшие способы обнаружения примесей нефти

Признаки наличия нефтепродуктов в воде:
- радужная пленка на поверхности воды;
- масляное пятно на фильтровальной бумаге после высыхания нанесенной пробы воды;
-обесцвечивание подкисленного раствора перманганата калия.

Обнаружение загрязнения водоемов пленочной нефтью проводят визуально.

Ход работы:

По приведенной ниже шкале (табл.1.10) дайте оценку загрязнения водоемов пленочной нефтью.

Таблица 1.10.

Оценка загрязнения водоемов пленочной нефтью
(по Кузнецов М.А. и др., 1994)

Внешний вид водоема	Балл
Отсутствие пленок и пятен	1
Отдельные пятна и серые пленки на поверхности воды	2
Пятна и радужные пленки на поверхности воды. Отдельные промазки нефти по берегам и прибрежной растительности. Купаться неприятно из-за нефти	3
Нефть в виде пятен и пленок покрывает большую часть поверхности водоема. Берега и прибрежная растительность вымазаны нефтью. Купаться невозможно из-за присутствия нефти.	4
Поверхность реки покрыта нефтью видимой и во время волнения. Берега и прибрежные сооружения	5

вымазаны нефтью. Купаться невозможно.	

Обнаружение фенолов
(по Ашихмина Т.Я., 2000)

Фенол, оксибензол, карболовая кислота C_6H_5OH - бесцветные, розовеющие при хранении кристаллы с характерным запахом. Фенол обладает слабокислыми свойствами, в воде растворяется плохо, образуя азеотропную смесь.

Применяют для производства фенолформальдегидных смол (бакелитов), капролактама, пикриновой кислоты, всевозможных красителей, пестицидов, лекарств, как антисептик для дезинфекции. На основе фенола синтезируются алкилфенолы, которые служат присадками к высококачественным маслам и сырьем для производства поверхностно-активных веществ.

Фенол и его производные - сильные яды. Механизм отравления таков: блокируются сульфгидрильные группировки жизненно важных ферментов, а в итоге нарушаются окислительно-восстановительные реакции в клетках организма.

Пары фенола в воздухе становятся опасными при концентрации > 0,001 мг/л. Почти 90% паров задерживается в легких. При сублетальном хроническом отравлении раздражаются дыхательные пути, появляются тошнота, мышечная слабость и потливость.

ПДК фенола варьирует от 0,1 мг/л в нехлорированной воде до 0,001 мг/л в хлорированной. Такая разница не случайна. Основной метод обеззараживания воды в нашей стране - это хлорирование. При этом фенол, если он присутствует в воде, превращается в пентахлорфенол (в 250 раз более токсичный, чем фенол) и 2,4,6-трихлорфенол (канцероген). А дальнейшее превращение этих веществ ведет к диоксинам.

Все промышленные стоки, которые могут содержать фенол, подлежат обязательной очистке. К сожалению, фенол часто, минуя очистку, попадает в реки и озера. Кроме того, фенол может образовываться в водоемах при гниении остатков древесины. Особенно опасны затопленные вырубки лесов, заторы бревен на лесосплавах. В воде фенол интенсивно поглощает кислород, возникают заморы, вода становится неприятной на вкус, а рыба, накапливая фенол в тканях, превращается в несъедобную.

Лабораторные методы определения фенолов трудоемки, длительны и требуют специальных приборов и реактивов. Самое простое определение - качественное (по появлению запаха хлорфенолов).

Оборудование: пробы воды, конические колбы, раствор хлорной извести или белизна.
Ход работы:
В коническую колбу емкостью 200 мл внесите 100 мл исследуемой воды и затем добавьте раствор 0,5 мл хлорной извести (**Осторожно!**) или 0,5 мл белизны. Через 10 минут определите (сначала на холоде, потом при нагревании), появился ли характерный для хлорфенолов «аптечный» запах.

Качественное обнаружение ионов свинца в пробах воды

Свинец является одним из основных загрязнителей окружающей среды. Он обладает способностью поражать центральную и периферическую нервную систему, костный мозг и кровь, сосуды, генетический аппарат, нарушает синтез белка, вызывает малокровие и параличи. Большая концентрация свинца тормозит биологическую очистку сточных вод. Основными источниками загрязнения свинцом являются выхлопные газы автотранспорта и сточные воды различных производств. Допустимая концентрация свинца в воде - 0.03 мг/л.

Оборудование и реактивы: пробы воды, фильтровальная бумага, 0,2%-ный раствор родизоната натрия, буферный раствор.

Ход работы:

На лист фильтровальной бумаги нанесите несколько капель исследуемого раствора и добавьте 1 каплю свежеприготовленного 0,2% раствора родизоната натрия. В присутствии ионов свинца образуется синее пятно или кольцо. При добавлении 1 капли буферного раствора синий цвет превращается в красный. Реакция очень чувствительна: обнаруживаемый минимум 0,1 мкг.

Буферный раствор: 1,9 г гидротартрата натрия $NaHC_4H_4O_6$ и 1,5 г винной кислоты $H_2C_4H_4O_6$ растворить в 100 мл дистиллированной воды.

Обнаружение сероводорода, гидросульфидов и сульфидов

Качественное определение в воде сероводорода и его солей можно проводить по наличию специфического запаха (пороговая концентрация восприятия запаха находится в пределах 0,1-0,3 мг/л) на месте отбора пробы, так как он быстро исчезает за счет окисления сероводорода.

Другой метод качественной оценки основан на реакции сероводорода и сульфидов с ионами свинца с образованием темного сульфида свинца. Определяют сероводород на месте отбора пробы.

Оборудование и реактивы: пробы воды, свинцовая бумага,
Приготовление свинцовой бумаги. Бумагу готовят смачиванием фильтровальной бумаги 5%-ным слабоподкисленным уксусной кислотой раствором ацетата свинца. После сушки бумагу, разрезанную на узкие полоски, хранят в банке с притертой пробкой.

Ход работы:

В бутыль, наполненную на 3/4 исследуемой водой, поместите полоску свинцовой бумаги, смоченную дистиллированной водой, зажимая ее между пробкой и горлышком. Потемнение бумаги указывает на присутствие свободного сероводорода. При отрицательной реакции воду подкисляют. Потемнение бумаги при подкислении указывает на наличие сульфидов.

Качественное обнаружение катионов тяжелых металлов

Находящиеся в питьевой воде и в поверхностных водах примеси тяжелых металлов, как правило, имеют очень малые концентрации (10^{-6}-10^{-8}моль/л). Для того, чтобы определить присутствие этих загрязнителей с помощью качественных реакций, следует предварительно провести концентрирование примесей (например, вымораживанием или каким-либо другим способом). При выполнении качественных реакций необходимо строго придерживаться условий, при которых данная реакция протекает и дает заметный аналитический эффект. Для сравнения следует взять эталонный раствор, содержащий ПДК определяемого иона, или приготовить серию стандартных растворов с известными концентрациями.

Железо. Предельно допустимая концентрация общего железа в воде водоемов и питьевой воде 0,3 мг/л, лимитирующий показатель вредности органолептический.

Общее железо. В пробирку помещают 10мл исследуемой воды. прибавляют 1 каплю концентрированной азотной кислоты, несколько капель раствора пероксида водорода и примерно 0.5 мл раствора роданида калия. При содержании железа 0,1 мг/л появляется розовое окрашивание, а при более высоком - красное.

Железо (II). Гексацианоферрат (III) калия $K_3[Fe(CN)_6]$ в кислой среде (pH ~ 3) образует с катионом Fe^{2+} осадок турнбулевой сини темно-синего цвета:

$3Fe^{2+} + 2[Fe(CN)_6]^{3-} = Fe_3[Fe(CN)_6]_2\downarrow$.

К 1 мл исследуемой воды добавить 2-3 капли раствора серной кислоты и 2-3 капли раствора реактива.

Железо (III). Гексацианоферрат (II) калия $K_4[Fe(CN)_6]$ в слабокислой среде с катионом Fe^{3+} образует темно-синий осадок берлинской лазури:

$4Fe^{3+} + 3[Fe(CN)_6] = Fe_4[Fe(CN)_6]_3\downarrow$.

К 1 мл исследуемой воды прибавить 1-2 капли раствора соляной кислоты и 2 капли раствора реактива.

Колориметрический экспресс-метод

1. Железо (III). К 5 мл исследуемой воды прибавить 3 капли роданида аммония (или калия), перемешать и сравнить окраску пробы со шкалой (табл.).

2. Общее железо. К 5 мл исследуемой воды прибавить 1 каплю бромного раствора и 3 капли раствора соляной кислоты. Через 5 минут прибавить 3 капли раствора роданида аммония (калия), перемешать и сравнить со шкалой (табл.).

3. Железо (II). Определяют расчетным путем - по разности между содержанием общего железа и железа (III).

Таблица 1.11.

Шкала для определения железа

Fe, мг/л	0,1	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6
Р-р№1.мл	1,0	1,7	3,2	4,7	6,2	7,8	9,2	10,4	11,6
Р-р№2.мл	0,7	1,7	3,4	5,1	7,0	9,0	11,1	13,7	16,3
Вода	до 50 мл								

Приготовление растворов:

Роданид аммония. 3,8 г NH_4SCN растворить в 100 мл дистиллированной воды.

Гексацианоферрат (III) калия. 5,5 г $K_3[Fe(CN)_6]$ растворить в 100 мл дистиллированной воды.

Бромный раствор. К 2,5 г $KBrO_3$ прибавить 5 г КВг и растворить в 100 мл дистиллированной воды.

Раствор № 1. К 2 мл 10%-ного раствора хлорида платины прибавить 10 мл концентрированной соляной кислоты и довести до 100 мл дистиллированной водой.

Раствор № 2. 2,5 г $CoCI_2$ х $6H_20$ растворить в 50 мл дистиллированной воды, прибавить 10 мл концентрированной соляной кислоты и довести объем до 100 мл.

Марганец.

ПДК марганца в воде водоемов 0,1 мг/л, лимитирующий показатель вредности органолептический.

Качественное обнаружение.

В колбу помещают 25 мл исследуемой воды, подкисляют несколькими каплями 25%-ной азотной кислоты, прибавляют по каплям 2%-ный раствор нитрата серебра до тех пор, пока продолжается помутнение. Затем вводят 0,5 г персульфата аммония или несколько кристалликов диоксида свинца, нагревают до кипения. В присутствии марганца при концентрации 0,1 мг/л и выше появляется бледно-розовая окраска:

$$2\ Мп^{2+}+5\ РЬO_2+4H^+ \longrightarrow МпO_4^- +5РЬ^{2+}+2H_2O.$$

Медь.

ПДК меди в воде 0,1 мг/л, лимитирующий показатель вредности органолептический.

Качественное обнаружение

1. В фарфоровую чашку поместить 3-5 мл исследуемой воды, осторожно выпарить досуха и на периферийную часть пятна нанести каплю концентрированного раствора аммиака. Появление интенсивно синей или фиолетовой окраски свидетельствует о присутствии $Си^{2+}$.

$Cu^{2+}+ 4NH_4OH \longrightarrow \{Cu(NH_3)_4\}^{2+} +4H_2O$

2. 5-10 мл исследуемой воды встряхнуть в цилиндре с небольшим количеством (10-20 мг) адсорбента - фторида кальция или талька. Ионы меди (II), находящиеся в воде, адсорбируются на его поверхности. Осадок отделить, осторожно слив воду, поместить на часовое стекло или в углубление на фарфоровой пластинке. Рядом для сравнения нанести каплю дистиллированной воды («холостой опыт»). К испытуемому осадку и воде одновременно прибавить по капле раствора хлорида железа (III) и по капле 0,2 М раствора тиосульфата натрия, перемешать стеклянной палочкой и сравнить скорость обесцвечивания обеих проб.

В «холостом опыте» наблюдается медленное обесцвечивание интенсивно окрашенного в фиолетовый цвет комплексного аниона $[Fe(S_2O_3]$;

в присутствии же ионов меди, играющих роль катализатора, фиолетовый раствор обесцвечивается моментально.

Приготовление растворов:

0,2 М раствор тиосульфата натрия: 0.5 г Na,S,0,, • 5H,0 растворить в 100 мл дистиллированной воды.

Раствор хлорида железа (III): 4,5 г соли растворить в 100 мл дистиллированной воды.

Стандартный раствор: 1,95 г $CuSO_4$ • 5H,0 растворить в 1 л дистиллированной воды (в 1 мл раствора содержится 0,5 мг меди).

Ртуть

ПДК ртути в воде водоемов 0,0005 мг/л, лимитирующий показатель вредности санитарно-токсикологический.

Количественные методы определения ртути в воде трудоемки, поэтому в школьных условиях можно ограничиться качественными методами анализа. В связи с тем, что ПДК ртути очень низка, особое внимание должно быть уделено концентрированию анализируемой пробы.

Ртуть (I) и ртуть (II). На стеклянную пластинку поместить по капле испытуемой пробы, азотной кислоты и раствора дифенилкарбазида. В присутствии ионов ртути (1 и II) появляется интенсивно-синее окрашивание раствора.

Ртуть (1). Хромат калия дает с катионами одновалентной ртути красный осадок хромата ртути: 1

$$\{Hg_2\}^{2+} + CrO_4^{2-} \rightarrow Hg_2CrO_4\downarrow,$$

а гидроксиды - черный осадок оксида ртути (1):

$$\{Hg_2\}^{2+} + 2OH^- \rightarrow Hg_2O\downarrow + H_2O$$

В две пробирки поместить по 1 мл исследуемой воды; в первую пробирку добавить 1-2 капли раствора хромата калия, а в другую - 1-2 капли раствора щелочи. Появление красного и черного осадков свидетельствует о наличии в пробе ионов ртути (1).

Ртуть (II). В пробирку поместить 4-5 капель испытуемой воды и осторожно опустить палочку, смоченную раствором йодида калия. Вокруг палочки образуется ярко-красное кольцо йодида ртути, которое быстро исчезает:

$$Hg^{2+} + 2J^- \rightarrow HgJ_2\downarrow$$

$$HgJ_2 + 2J^- \rightarrow \{HgJ_4\}^{2-}.$$

Приготовление растворов:

Раствор йодида калия: 0,83 г K.J растворяют в 10 мл дистиллированной воды.

Раствор дифенилкарбазида: 0.1 г реактива растворяют в 10 мл 96%-ного этилового спирта. **Техника безопасности! После работы вымыть руки.**

Раствор хромата калия: 0.48 г K_2CrO_4 растворяют в 10 мл дистиллированной воды.

Оценка качества водоемов с помощью методов биоиндикации

О качестве воды в пресноводном водоеме, а также о его экологическом состоянии, можно судить не только с помощью приборов, но и с помощью обитающих в водоеме живых организмов - гидробионтов. Соответствующие методы оценки называют гидробиологическими.

При гидробиологической оценке состояния водоемов и качества воды показателями, в общем случае, могут быть видовой состав, количество и биомасса гидробионтов, а также трофность и сапробность водоема.

Объектами гидробиологической оценки могут быть фито- и зоопланктон, бентос, макрофиты, рыбы и др. Получены научные данные о том, что повышенное содержание в воде различных токсикантов приводит к массовым нарушениям эмбрионального и личиночного развития, появлению многочисленных уродств. У молоди рыб нередко развиваются токсикозы, выражающиеся в появлении опухолей и нарушении отдельных органов (печень, мозг, жаберный аппарат и др.). Как показали исследования в ряде участков Невской губы Финского залива, практически 100 % леща, плотвы, судака, ерша имеют признаки патологии.

Загрязнение воды вызывает изменение в составе водной фауны. Чем сильнее загрязнение, тем больше изменяется ее видовой состав.

Наиболее типичными представителями чистых водоемов являются личинки веснянок, поденок и ручейников (см. Приложение 2). Все они преимущественно водятся под камнями или около них. Среди обитателей загрязненных водоемов наиболее типичным представителем является трубочник. В сильно загрязненных водоемах в черте города число трубочников может достигать 100 000 на 1 $м^2$ дна, и эти скопления выглядят красноватыми подушками.

Другие беспозвоночные, обладающие разной устойчивостью к загрязнению, также представлены на рисунках (см. Приложение 2).

Определение качества водоема с помощью индекса Майера

Этот метод использует приуроченность различных групп водных беспозвоночных к водоемам с определенным уровнем загрязненности и применим для водоемов любых типов. Следует иметь в виду, что полученные с помощью данного метода результаты могут считаться результатами лишь предварительной оценки. Кроме того, успешное применение метода требует известных навыков, а также микроскопа (желательно, бинокуляра) и соответствующих определителей или иллюстрированных таблиц.

Оборудование и методика отбора проб донной фауны.

Для сбора беспозвоночных со дна водоема пользуются разным оборудованием. Самым распространенным является водный сачок. Его легко изготовить самим, применив для этого прочную мелкоячеистую сетку (рис. 1).

Отбор проб из водоемов с галечным дном и средним течением осуществляют с помощью сетчатого экрана, длина и высота которого составляет 1 м. Эта сетка натягивается между двумя деревянными палками, концы которой погружаются в грунт.

Рис. 1. Малый водный сачок.

Ход работы.

1. Отберите пробы воды с помощью водного сачка. Для этого сачок опустите в воду на нужную глубину так, чтобы отверстие было перпендикулярно ее поверхности, и ведите в сторону, несколько отклонив обруч назад (рис. 2). Закончив проводку на заданной глубине, поверните сачок отверстием вверх (параллельно поверхности воды) и по

возможности быстро выньте. Необходимо дать воде стечь и после этого рассмотреть содержимое сачка, положив сачок на ровную поверхность, или поместив содержимое в ванночку с водой.

Если вы используете сетчатый экран, то делать это нужно следующим образом. На намеченном участке установите экран перпендикулярно течению. Встаньте по течению напротив сетки на расстоянии 1-2 м и двигайтесь к ней, сильно взбаламучивая грунт и переворачивая крупные камни. Течение будет вовлекать в сетку мелких беспозвоночных

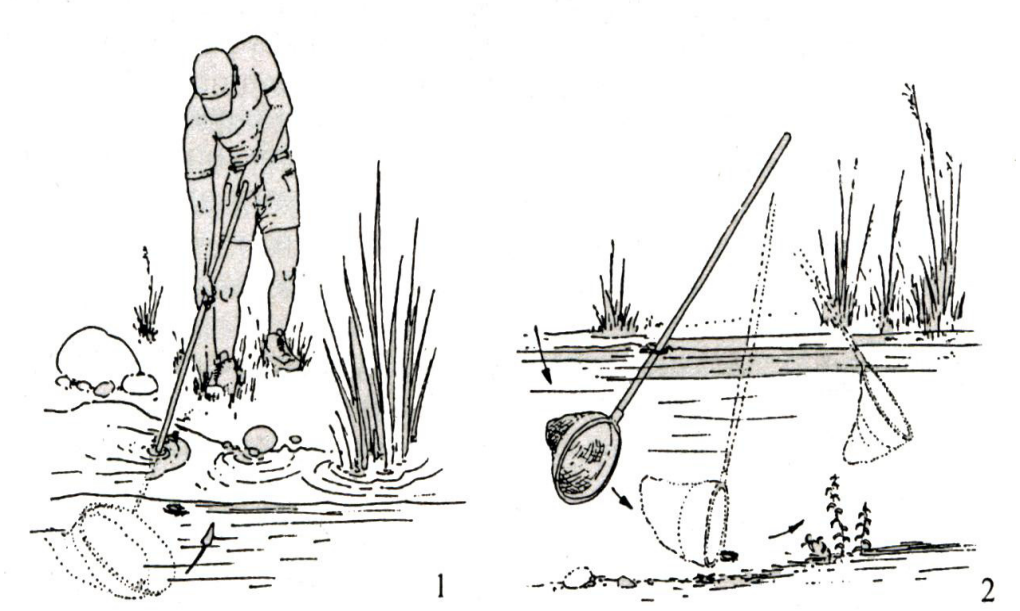


Рис.2. Ловля сачком крупных беспозвоночных: 1 – ловля у поверхности воды, 2 – ловля на глубине.

2. Поместите беспозвоночных в плоскую посуду с водой и определите животных с помощью соответствующих определителей и рисунков (см. Приложение 2)**.**

Преимущество при определении индекса Майера состоит также в том, что не нужно определять беспозвоночных с точностью до вида. Организмы-индикаторы по методу Майера относят к одной из трех индикаторных групп, приведенных в таблице 1.12.

Таблица 1.12.

Состав водных организмов в индикаторных группах по методу Майера

Обитатели чистых вод	Организмы средней чувствительности	Обитатели загрязненных водоемов
Личинки веснянок Личинки поденок	Бокоплав Речной рак	Личинки комаров-звонцов

Личинки ручейников Личинки вислокрылок Двустворчатые моллюски	Личинки стрекоз Личинки комаров - долгоножек Моллюски-катушки Моллюски-живородки	Пиявки Водяной ослик Прудовики Личинки мошки Малощетинковые черви Трубочники Личинки комаров-дергунов

При обработке результатов нужно отметить, какие из приведенных в таблице 1 индикаторных групп обнаружены в пробах. Количество обнаруженных групп из первого раздела таблицы необходимо умножить на 3, количество групп из второго раздела - на 2, а из третьего - на 1. Получившиеся цифры складывают, и значение суммы характеризует степень загрязненности водоема (таблица 1.13).

Таблица 1.13.

Сумма баллов	Состояние водоема	Класс качества
Более 22	Отличное	1
17-21	Хорошее	2
11-16	Удовлетворительное	3
Меньше 11	Плохое	4-7

Оценка качества водоемов с помощью методов биотестирования

Большой интерес при оценке качества воды представляют также методы биотестирования, которые позволяют непосредственно определить реакцию водной биоты на загрязнение. Методы биотестирования относятся также к гидробиологическим методам. Они отличаются от методов биоиндикации тем, что позволяют определить реакцию водной биоты на загрязнения по различным тестовым организмам - как простейшим (инфузориям, дафниям), так и высшим - рыбам (гуппиям). Такая реакция иногда является наиболее показательной, особенно применительно к оценке качества загрязненных вод (природных и сточных) и даже позволяет регистрировать изменения биологически значимых показателей (тест-функций) тест-объектов с последующей оценкой их состояния в соответствии с выбранным критерием токсичности. Основная цель биотестирования – исследование зависимости «доза – эффект», «время – реакция».

Влияние загрязнителей на жизнеспособность рачка артемии
(Мансурова, Кокуева, 2001)

Рачок артемия – мелкое ракообразное, представляющее собой одно из первых звеньев в водных цепях питания. Яйца артемии обладают высокой жизнеспособностью. Представление об общей токсичности воды можно составить путем сравнения процента вылупившихся личинок артемии в воде из природного источника с контролем.

Оборудование: чашки Петри, 1%-ный раствор поваренной соли, бинокулярный микроскоп, пипетки, пробы воды, яйца артемии.
Ход работы.

1. Отберите 50 яиц артемии (их можно купить в зоологическом магазине) и поместите в чашку Петри с 20 мл 1%-ного раствора поваренной соли (0,5г соли на 50 мл воды). Эта проба является контрольной.
2. Приготовьте 1%-ные растворы поваренной соли с водой, взятой из исследуемых источников.
3. Поместите по 50 яиц артемии в другие чашки Петри с пробами исследуемой воды. Опыт проводите в 3-5 повторностях.
4. Ежедневно в течение недели проверяйте в чашках образование личинок из яиц. Для этого поставьте чашку под микроскоп, а с одного края чашки – источник света. Личинки артемии приплывут к свету – вам останется лишь сосчитать их и удалить из чашки пипеткой.
5. Тщательно ведите ежедневные записи, а в конце недели определите и сравните процент числа вылупившихся личинок в контрольном опыте и пробах воды.
6. Сделайте вывод о той или иной степени общей химической токсичности воды из разных водоемов.

Оценка токсичности водоема с помощью хлореллы

Тестирование с помощью Chlorella vulgaris (зеленой одноклеточной водоросли) позволяет провести оценку токсичности на уровне чувствительности, принятом в большинстве альгологических и токсикологических лабораторий мира. При работе с зелеными водорослями полученные результаты можно (с известной степенью допущения) экстраполировать на высшие растения.

Оборудование: Пробирки, пробки, пипетка, мерный цилиндр, фотокюветы или пробирочные контейнеры, центрифуга, суспензия водорослей, пробы воды.

Ход работы:

1. Опыт проводят как минимум в трех повторностях. Воду из различных источников разлейте по 5 мл в пробирки.
2. Суспензию водорослей очистите с помощью центрифуги (при скорости 3000 об/мин в течение 2 мин.). Потом надосадочную жидкость слейте, промойте осадок дистиллированной водой и снова центрифугируйте. Эту процедуру проводят 3 раза.
3. Очищенную культуру водорослей разбавьте и внесите в пробирки в одинаковых количествах (2-3 капли) до появления зеленоватой окраски раствора.
4. В качестве контроля можно использовать воду из незагрязненного источника или искусственную питательную среду.
5. Пробирки закройте ватно-марлевыми пробками, наденьте на них бумажные колпачки для предохранения от попадания грязи. Далее пробирки пронумеруйте, разложите наклонно в фотокюветы и инкубируйте на свету. Подсветку можно осуществлять с помощью естественного света, лампы накаливания или люминесцентной лампы.
6. Водоросли инкубируйте в течение 10-14 суток. Во время инкубации необходимо периодически встряхивать пробирки, чтобы предотвратить появление осадка из клеток.
7. По окончании эксперимента оцените степень развития водорослей по одному из следующих показателей: плотность суспензии (замеряют на фотоэлектрокалориметре или спектрофотометре), накопленная биомасса (взвешивают), суммарный объем клеток (суспензию набирают в капилляры, центрифугируют и замеряют высоту осадка; чем выше столбик осадка, тем большее число клеток находится в суспензии). Оптическая плотность замеряется только в тех вариантах, в которых водоросли не погибли (суспензия клеток имеет зеленый цвет). Если водоросли погибли, то суспензия приобретает желтый цвет или совсем обесцвечивается.
8. Данные занесите в таблицу 1.14.

Таблица 1.14.

Значения оптической плотности (другие параметры) суспензии клеток водорослей в пробах воды

Номера пробирок	Значение оптической плотности в разных пробах воды							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1								

2								
3								
Среднее								

9. Для получения сопоставимых результатов по итогам тестирования рассчитайте индекс токсичности оцениваемого фактора (ИТФ) и определите класс токсичности по таблице (см. Приложение 1).
10. На основании полученных данных сделайте выводы.

Тема 2. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОЗДУХА

От загрязнения воздуха страдают люди, животные и растения. Например, отходы медеплавильных заводов – хлор, мышьяк, сурьма – вызывают гибель домашних и диких животных, поедающих отравленную этими веществами пищу. Тяжелые заболевания скота наблюдаются от фтористых соединений. Медь и цинк, попадающие с выбросами заводов в землю, могут полностью уничтожить травяной покров.

В России наиболее неблагоприятными с точки зрения здоровья населения по-прежнему остаются города с высокой концентрацией промышленности. Загрязненная атмосфера вызывает увеличение числа заболеваний дыхательных путей, происходит рост аллергенных заболеваний. По заключению ученых, патологии связаны с воздействием пыли, сернистого ангидрида, серной кислоты и двуокиси азота.

Загрязнение атмосферного воздуха наносит также большой экономический ущерб. Наличие в воздухе соединений серы ускоряет процессы коррозии металлов, разрушение зданий, сооружений и памятников культуры, ухудшает качество промышленных изделий и материалов. Установлено, например, что в промышленных районах сталь ржавеет в 20 раз, а алюминий разрушается в 100 раз быстрее, чем в сельской местности.

Вредные для человека и природы выбросы могут перемещаться в воздушных потоках на большие расстояния. Например, выбросы промышленных предприятий Германии и Великобритании переносятся на расстояния более 1000 км и выпадают на территории Скандинавских стран, а из северо-восточных штатов США – на территории Канады. Законодательством нашей страны установлены предельно-допустимые концентрации (ПДК) для воздуха населенных пунктов - максимально-разовые (измеренные за 20 мин.) и среднесуточные, воздуха рабочей зоны, воздуха промышленных площадок. В настоящее время установлены ПДК для более чем 500 веществ.

Методология оценки качества воздуха помещений в значительной степени основана на принципах промышленной гигиены и количественной оценке загрязнителей атмосферного воздуха. Дополнительную трудность здесь представляет недостаток информации об эффекте длительного воздействия низких концентраций загрязнителей.

Аналитические методы, используемые в промышленной гигиене, разработаны для измерения высоких концентраций и не применимы ко многим загрязнителям, в то время как количество загрязнителей, содержащихся в воздухе помещений, может быть велико, а их концентрация, как правило, низка. Аналитические методы достаточно трудоемки, а углубленные исследования с отбором большого количества проб далеко не всегда необходимы.

Предлагаемые ниже методы исследования позволяют определить приблизительную концентрацию загрязнителей, они являются достаточными для решения многих из существующих проблем. После проведения оздоровительных мероприятий проводятся повторные измерения, а более глубокая проверка с полным аналитическим исследованием предпринимается только в том случае, когда не обнаруживается никаких явных признаков улучшения.

Исследование загрязнения окружающей среды по физико-химическим характеристикам снега

(по Голубкина, Шамина, 2003)

Оценка загрязнения окружающей среды по степени загрязнения снежного покрова является широко используемым во всем мире приемом проведения мониторинга окружающей среды. Такие исследования могут включать оценку степени запыленности воздуха, загрязнения тяжелыми металлами, нитратами, сульфатами, хлоридами, органическими веществами и т. п.

Вредные вещества, выбрасываемые промышленными предприятиями, автомобильные выхлопы и др. накапливаются в снегу в течение всей зимы. В связи с этим результаты обследования ближайшего квартала по степени загрязнения снежного покрова имеют важное практическое значение.

При выполнении данной работы решаются следующие задачи:

1. Установление количества механических примесей в снеге (запыленности местности).
2. Определение pH талого снега.
3. Оценка уровня окиси углерода в воздухе вблизи мест отбора проб снега.
4. Оценка содержания ионов хлора на обследуемой территории.
5. Определение распределения содержания ионов кальция и магния на выбранной территории.
6. Составление схемы распределения загрязнения на территории и оценка по результатам исследования степени экологического риска.

Оборудование: пробы снега, фильтровальная бумага, конические колбы, воронки, пипетки, сушильный шкаф, универсальная индикаторная бумага, 10% р-р $AgNO_3$.

Ход работы

Отбор проб

1. Перед началом исследования составьте схему обследуемой территории с указанием выбранных мест отбора снега, основных зданий и

сооружений и их назначения. Мест отбора проб снега должно быть не менее 10.

2. Ориентируясь по схеме, отберите образцы снега в обозначенных местах на площадках размером не менее 1 $м^2$ Количество снега должно составлять свыше 600—800 г. В качестве емкостей для сбора снега удобно пользоваться полиэтиленовыми бутылями на 1,5—2 л из-под питьевой воды, для чего у них отрезают ножницами верхнюю суживающуюся часть (снег в емкости должен быть плотно утрамбован). Каждая емкость должна быть пронумерована в соответствии с номерами мест отбора проб снега, номер закреплен на емкости скотчем (для нумерации может быть использован также лейкопластырь).

3. Для таяния снега собранные образцы оставьте при комнатной температуре до следующего занятия. В день сбора образцов снега следует приготовить к следующему занятию складчатые фильтры, плоскодонные колбы и химические воронки. Каждый складчатый фильтр взвесьте на аналитических весах. Вес бумажного фильтра и номер пробы запишите на краю фильтра карандашом. Параллельно пронумеруйте плоскодонные колбы в соответствии с номерами проб.

4. Во время отбора проб снега определите концентрацию окиси углерода, используя газоанализатор «Элан». Работа прибора основана на изменении электропроводности раствора серной кислоты при пропускании анализируемого воздуха через электролитическую ячейку.

Определение запыленности территории

1. После того как снег растаял, отфильтруйте его через предварительно взвешенный складчатый фильтр. Измерьте объем талого снега каждой пробы.
2. Бумажные фильтры поместите в сушильный шкаф, нагретый до температуры 60-80°С, или оставьте при комнатной температуре до следующего занятия.
3. После высушивания фильтры взвесьте и определите массу осадка. Поскольку объем талого снега во всех образцах разный, то для того, чтобы можно было провести сравнительную оценку запыленности территории, каждую величину пересчитайте на 1 л (кг) талого снега:

Количество пыли на 1кг снега = масса осадка х1000 / объем талого снега

Определение pH талого снега

В работе используют индикаторную бумагу (интервал pH 1—14) или pH-метр; pH талого снега можно определить во время фильтрования.

Качественное определение ионов хлора

Метод основан на осаждении хлорида серебра:

$$AgNO_3 + Cl^- = AgCl\downarrow + NO^-,$$

В пробирку налейте 5 мл пробы профильтрованного талого снега и добавьте 3 капли 10%-ного раствора азотнокислого серебра. Примерное содержание хлор-иона определите по внешнему виду осадка:
— опалесцирующий (слабая муть) — содержание Cl^- 1—10 мг/л;
— сильная муть — содержание Cl^- 10—50 мг/л;
— хлопья, осаждающиеся не сразу, — содержание Cl^- 50—100 мг/л;
— белый объемный осадок — содержание Cl^- более 100 мг/л.

Определение общей жесткости в пробах снега

(методику определения см. выше в разделе «Оценка экологического качества воды»).

Все результаты занесите в таблицу 2.1:

Таблица 2.1.

№ пробы	Объем талого снега, мл	Масса пыли, г		Жесткость талого снега, мг-экв/л	Содержание ионов хлора, мг/л	Содержание CO, мг/м^3
		в пробе	в 1л			

В выводах по проведенной работе должно быть отражено:

1) определение наибольшего экологического риска в одной из точек исследования;

2) объяснение, откуда появилось загрязнение ионами кальция и магния, ионами хлора в том или ином пункте отбора проб

3) выявление наиболее экологически благоприятных зон.

Исследование токсичности снега с помощью биотестирования

Оборудование: семена какого-либо вида растений (например, кресс-салата) со всхожестью не менее 70% (методика определения всхожести семян описана в Приложении), чашки Петри, фильтровальная бумага, пробы снега, дистиллированная вода.

Ход работы.

1. Отберите пробы снега из разных участков города: близ автомагистралей, с тротуара тихой улицы, в парке и т.п. Принесите снег в помещение и растопите его.
2. На дно чашек Петри настелите 2-3 слоя фильтровальной бумаги и разложите по 50-100 семян кресс-салата.
3. Фильтровальную бумагу в чашках увлажните 5 мл талой воды. На поверхность семян настелите еще один слой фильтровальной

бумаги, смоченной той же водой, чашки закройте и поставьте на проращивание (методика проращивания подробно описана в Приложении). Не забудьте подписать чашки, указав, откуда взята проба.

4. В качестве контроля используйте дистиллированную воду.
5. По окончании проращивания оцените следующие показатели: а) всхожесть семян, б) длину проростков. Полученные данные занесите в таблицу 2.2.

Таблица 2.2.

Всхожесть семян в % (или средняя длина проростков в мм)

Проба снега	Всхожесть семян, %	Средняя длина проростков, мм
Тротуар оживленной улицы		
Тротуар тихой улицы		
Двор		
Парк		
Дистиллированная вода		

6. Сделайте вывод о той или иной степени токсичности снега в разных участках города.

Анализ пылевого загрязнения атмосферы

Присутствие в воздухе твердых частиц является важной характеристикой чистоты воздуха. Хорошо улавливается пыль липкой поверхностью, а если она будет прозрачной, то при подсчете пылевых частиц можно использовать микроскоп. С помощью математических методов можно вычислить количество пыли, осаждающейся на 1 $м^2$ в течение часа.

Оборудование: ловушки с липкой поверхностью, картонный прямоугольник (15х20см) с круглым отверстием в центре (диаметр 4 см), заклеенным липкой лентой, и шнурком для закрепления или предметные стекла, намазанные в центре вазелином (диаметр 2 см), лупы, микроскопы.

Способ 1.

Ход работы (по Дядюн Т.В., «Биология в школе», №3, 2000г).

1. Опишите место сбора данных, отметьте время.
2. Укрепите «ловушку» на высоте 1,5 м от земли.

3. С помощью микроскопа или лупы подсчитайте количество пылевых частиц на каждой «ловушке» (для быстроты подсчета можно разделить липкий участок на 4 части, подсчитать в одной и умножить на 4).
4. Вычислите средний показатель по группе.
5. Заполните таблицу 2.3.

Таблица 2.3.

Загрязнение воздуха твердыми частицами

Участок помещения	Количество пылевых частиц
Коридор	
Аудитория	
Вестибюль	
Лестница	

6. Сравните участки по степени загрязненности пылевыми частицами и определите места с наибольшей и наименьшей загрязненностью.
7. Предложите способы защиты от пылевого загрязнения.

Способ 2 (по Мансурова С.Е., Кокуева Н.Г.,2001).

Ход работы.

1. Соберите листья растений в разных местах: около оживленной автодороги, в парке, во дворе жилого дома и т.д.
2. Накройте лицевую сторону листа липкой лентой, затем аккуратно снимите ее с листа и приклейте к листу белой бумаги.
3. Рассмотрите и сосчитайте число твердых частиц на листьях из разных мест. Классифицируйте твердые частицы по величине.
4. Заполните таблицу 2.4.

Таблица 2.4.

Твердые частицы загрязнения воздуха

Размер частиц	Число частиц			
	на автодороге	в парке	во дворе дома	на автомагистрали
Более 1 мм				
Менее 1 мм				
Общее число частиц				

5. Проанализируйте результаты. Выясните взаимосвязь между качеством воздуха (суммарное количество пыли, число твердых частиц) и местонахождением растений.

Способ 3 (по Федорова, Никольская, 2001).

Ход работы.

1. Листья одного вида тополя, наиболее распространенного в городе, отберите с высоты 1,5-3 м (высота слоя воздуха, вдыхаемого человеком) с помощью садового секатора в 10-15-кратной повторности. Листья поместите в пакеты из кальки, избегая стряхивания пыли, и доставьте в лабораторию.
2. В лабораторных условиях на торзионных или аналитических весах взвесьте кусочек сухой ваты (до 0,001г).
3. Лист тополя тщательно оботрите этой ваткой с 2-х сторон, после чего ватку взвесьте повторно.
4. Массу пыли (P) рассчитайте как разницу между вторым и первым взвешиванием ($P = P_2 – P_1$).
5. Площадь листа рассчитайте путем обмера листовых пластинок вдоль (a) и поперек (b) и умножьте на переводной коэффициент (k):

$$S = a \times b \times k.$$

Коэффициент колеблется для различных видов тополей от 0,60 до 0,66.

6. Рассчитайте массу пыли:

$$m = P/S \text{ мг/см}^2, \text{ где}$$

m – масса пыли на 1 см ^{2} листа.

7. Данные занесите в таблицу.

Таблица 2.5.

Местообитание	P_1(г)	P_2(г)	P(г)	S($см^2$)	M (г/$см^2$)
Возле дороги 1 лист 2 лист … среднее значение					
Во дворе 1 лист 2 лист … среднее значение					
В парке 1 лист 2 лист … среднее значение					

8. Сделайте выводы.

Воздействие транспортных выбросов на семена высших растений

Среди многочисленных загрязнителей особое место занимают тяжелые металлы. Эта группа веществ обладает большим сродством к физиологически важным органическим соединениям и способна их инактивировать. Их избыточное поступление в организм нарушает процесс метаболизма, тормозит рост и развитие. Загрязнение тяжелыми металлами происходит при внесении избыточного количества удобрений, вместе с выбросами промышленных предприятий. Особенно сильно загрязнены тяжелыми металлами территории, прилегающие к автомобильным дорогам.

В то же время, большинство тяжелых металлов в малых количествах являются микроэлементами (например, Mn, Zn, Cu, Co, Mo), большая физиологическая значимость которых научно доказана и используется в практике сельского хозяйства и медицины.

Оборудование: Пробы почвы, семена высших растений с высокой степенью всхожести (методика проверки всхожести семян описана в Приложении), плоскодонные колбы на 100 мл, чашки Петри или фотокюветы, фильтровальная бумага, ножницы, технические весы, карандаш по стеклу.

Отбор проб. Отбор проб осуществляется на глубину 0-5 см ножом, ложкой, лопатой. Выбранную площадку расчищают от опада (при его наличии), составляют смешанный образец из 5-6 почвенных монолитов размером 5х5х5см и помещают его в заранее подготовленные стерильные мешочки. В каждый мешочек вкладывают этикетку, написанную карандашом, где указывают номер образца, характеристику участка и дату отбора.

Отбор проб производится на следующих площадках:

1. Трамвайные пути
2. Газон вдоль автомобильной дороги
3. Газон в 5 м от автомобильной дороги
4. Газон в 10 м от автомобильной дороги
5. Газон вдали от автомобильной дороги

Ход работы.

1. Приготовьте почвенные вытяжки: 1 весовую часть воздушно-сухой просеянной почвы взболтайте с 4 частями дистиллированной воды в течение 5 минут и фильтруйте на складчатом фильтре. Фильтрат должен быть прозрачным.
2. На дно фотокюветы или чашки Петри настелите 1-3 слоя фильтровальной бумаги и разложите по 25-50 семян 3-5 видов растений.
3. Фильтровальную бумагу в чашках увлажните 5 мл раствора из соответствующих колб, чашки пронумеруйте. На поверхность семян настелите еще один слой фильтровальной бумаги.
4. Контролем служит дистиллированная или водопроводная вода. Чашки закройте для предотвращения быстрого высыхания и поставьте на проращивание.
5. По окончании проращивания оцените всхожесть семян (методика определения всхожести семян описана в Приложении 1) и длину проростков в каждом варианте. Полученные данные занесите в таблицу 2.6. На основании табличного материала постройте график. Сделайте выводы.

Таблица 2.6.

Местообитание	Пшеница		Овес		Горох	
	всхожесть семян,%	длина проростков,см	всхожесть семян,%	длина проростков,см	всхожесть семян,%	длина проростков,см
1						
2						
3						
4						
5						
Контроль						

Определение степени поражения и омертвления тканей листа при антропогенном загрязнении воздушной среды

(по Федорова, Никольская, 2001)

Ткани листьев древесных растений, поврежденные в результате антропогенного загрязнения воздушной среды, выбывают из процесса фотосинтеза и перестают выполнять свои основные функции: синтеза органических веществ, выделения кислорода и фитонцидов. Ослабляется их пылезадерживающая роль, т.к. основная масса пыли оседает на слегка влажной поверхности живых листьев.

Эффективность фотосинтеза в значительной мере зависит от площади листовой поверхности. Визуальные методы оценки площади листьев и процента повреждений листовой ткани имеют малую точность. Предлагаемые методы оценки дают более точное определение пораженной и мертвой ткани, т.к. желтеющая ткань, определенная визуально как живая, может быть оценена как мертвая диагностическими методами.

Для проведения работы необходимо 10-20 листьев с каждой точки отбора проб и полная характеристика места взятия образца (например, крона дерева направлена в сторону дороги или в противоположную сторону, первый ряд, второй, третий от дороги и т.д.).

Определение степени поражения листа по проценту пораженной ткани

Оборудование: весы торзионные, линейки, листы кальки.
Ход работы.

1. Собранные листья расправьте и положите на квадрат кальки, у которого длина (L) и ширина (A) соответствуют размерам листа. Рассчитайте площадь квадрата ($S_{кв}$)
$$S_{кв} = L \times A$$
2. Кальку взвесьте ($P_{кв}$), лист очертите, по контурам на кальке вырежьте его силуэт. Эту часть кальки тоже взвесьте ($P_{л}$).
3. Определите площадь листа ($S_{л}$):
$$S_{л} = P_{л} \times S_{кв} / P_{кв}$$
4. Контуры листа на кальке совместите с листом и очертите все поврежденные участки, вырежьте их, взвесьте кальку ($P_{повр}$).
5. Вычислите процент поврежденной ткани:
$$S_{повр} = \frac{S_{л} \times P_{повр} \times 100}{P_{листа}}$$
6. Сформулируйте выводы.

Диагностика живых и мертвых тканей

Оборудование: микроскопы, чашки Петри, бритвы, препаровальные иглы, 0,2 н раствор соляной кислоты, теплая вода, раствор метиленового голубого (100 мг/л) в 2,5%-ном KH_2PO_4 или акридиновый оранжевый (200 мг/л).
Ход работы.

1. Листья выдержите 20-30 минут в теплой воде ($35\text{-}37^0$) для размягчения ткани, затем поместите на 20 минут в 0,2 н раствор соляной кислоты. Мертвые и поврежденные участки побуреют в результате свободного проникновения кислоты в пораженные клетки и феофитинизации хлорофилла.

2. Метод окрашивания. Приготовьте срезы разных частей листа, поместите в каплю метиленового голубого в KH_2PO_4. Через несколько минут раствор окрашивает мертвые и нежизнеспособные клетки в синий цвет. Живые клетки окрашиваются значительно медленнее. При окрашивании акридиновым оранжевым через 5-10 минут живые клетки флуоресцируют зелено-желтым светом, а поврежденные и мертвые – оранжево-красным.

Оценка повреждения растительности озоном

У всех на слуху проблема озоновых дыр, которые лишают нас защиты от опасного избыточного ультрафиолета Солнца. Восприятие этой проблемы со временем несколько притупилось, но на ее фоне совсем невинной выглядит влияние на наше здоровье другого озона, в приземном воздухе, которым мы дышим. Осознание опасности приземного озона, условий его возникновения и путей защиты давно стало предметом заботы общественности и правительств промышленно развитых стран. Резкий рост числа автомобилей в городах уже привел к превышению допустимых концентраций приземного озона в 2-3 раза.

Приземный возникает в результате химических реакций между окислами азота (NO_x) и летучими органическими соединениями (ЛОС) в присутствии солнечного излучения. Выбросы промышленных предприятий и тепловых электростанций, выхлоп автотранспорта, бензиновые пары и химические растворители являются основными источниками NO_x и ЛОС.

Вдыхание озона может вызвать целый ряд проблем со здоровьем, включая боль в груди, кашель, раздражение в горле, покраснение тела. Оно может ухудшить состояние больных бронхитом, эмфиземой и астмой. "Вредный" озон может ухудшить работу легких и привести к их воспалению.

Приземный озон повреждает также растительность и экосистемы. Это приводит к ухудшению выживаемости саженцев деревьев, повышенной восприимчивости растений к стрессам (таким как плохая погода), болезням, росту числа вредителей и другим. В США, где хорошо считают деньги, приземный озон ответственен за потери урожаев до 500 миллионов долларов в год. У нас это никто не считает. Приземный озон повреждает листву деревьев и других растений, ухудшая ландшафты, леса, парки и места отдыха.

Загрязнение озоном, в отличие загрязнения фторидами или диоксидами серы, не оставляет элементов в поврежденных тканях, которые можно обнаружить аналитическими методами. Загрязнение

озоном можно определить только по видимым повреждениям хвои и листьев.

Вызванные озоном видимые повреждения чаще всего встречаются у чувствительных культурных растений, и лишь изредка на иглах хвойных или листьях широколиственных видов растений. Следовательно, появление видимых повреждений, вызываемых озоном, в настоящее время не достаточно, для того чтобы оценить возможные повреждения озоном. Однако, с помощью световой и электронной микроскопии, цифровых фотоаппаратов и фотоанализирующих программ можно обнаружить реакцию на озон.

Оборудование: 10х ручная линза для близкого осмотра листьев растений на предмет обнаружения повреждения озоном; рамка 20х20 см, разделенная на 100 квадратов для оценки лиственных видов; справочные фотографии, чтобы помочь в идентификации симптомов известных чувствительных видов; небольшая гербарная сетка, чтобы сохранить поврежденные озоном листья; бумажные пакеты для отбора проб хвои (если пробы обрабатываются в течение 3-5 дней); пробирки с фиксатором (если необходимо длительное хранение проб); пинцеты; холодные боксы (приблизительно +7ºС); бланки для полевых данных

Критерий отбора видов растений для анализа:

1. Для оценки выбираются деревья, являющиеся эдификаторами и/или доминантами.
2. Из наземной растительности выбираются 3 вида. Растения должны быть чувствительны к данному виду загрязнения (устанавливается по литературным источникам) и быть достаточно широко распространены.

Ход работы.

Для хвойных деревьев и кустарников

1. На выбранном участке проведите отбор проб: с каждого дерева срежьте несколько ветвей (как можно меньшего размера, но имеющих, по крайней мере, хвою первого и второго года) с освещенной части верхней трети кроны.
2. Собранную хвою рассмотрите при полном солнечном свете, учитывая следующие особенности:
   - Хлоротическая пятнистость хвои является наиболее распространенным признаком хронического воздействия озона на хвойные породы. Эта пятнистость выглядит, как рассеянные желтые участки без четких границ между зелеными и желтыми зонами;

- Хлоротическая пятнистость часто появляется только на хвое старших возрастов (второго года и старше);
- Пятнистость сильнее выражена на освещенных частях хвои, чем на затененных;
- Пятнистость легче наблюдать, если несколько хвоинок размещены вплотную друг к другу;
- В случаях особо сильного воздействия озона возможен некроз кончиков хвои, а также сильной хлоротической пятнистости. Сухой кончик хвои может быть потерян и тогда повреждение озоном выглядит как повреждение насекомыми.

3. Оцените хлоротическую пятнистость для каждого возраста хвои по предлагаемой шкале (особое внимание следует уделять хвое второго года):

Таблица 2.7.

Баллы	Характер повреждений	Количественная оценка повреждений
0	Хлоротические пятна отсутствуют	Нет повреждения
1	Хлоротических пятен мало.	Повреждено менее 25 % хвои (как среднее для всей хвои в мутовке)
2	Встречаемость хлоротических пятен средняя	Повреждено 25%- 75 % хвои.
3	Встречаемость хлоротических пятен очень высокая	Повреждено более 75 % хвои.

4. Полученные данные занесите в таблицу 2.8.:

Таблица 2.8.

		1веточка	2веточка	3веточка	4веточка	Среднее значение
1 дерево	Хвоя 1го года					
	Хвоя 2го года					
2 дерево	Хвоя 1го года					
	Хвоя 2го года					
…						

Конечное значение повреждения для отдельного дерева на участке будет средней величиной для хвои каждого года, а для участка – средней

величиной повреждений всех деревьев. Конечное значение повреждения должно быть представлено для хвои каждого возраста; так, вид будет иметь одно значение для хвои 1-го года, другое для 2-го года, т.д.

5. Сформулируйте выводы.

Для лиственных видов деревьев, кустарников и травянистых растений

1. На выбранном участке проведите отбор проб: обрежьте четыре ветви (как можно меньшего размера) с каждого дерева с освещенной части верхней трети кроны. Для оценки используйте жесткую рамку 20 х 20 см, разделенную на 100 квадратов.
2. При полном солнечном свете рассмотрите листья на предмет повреждения озоном, учитывая следующие особенности:

- Повреждения озоном следует искать на распустившихся листьях, полностью освещенных солнцем. Листья среднего возраста и более старые повреждаются сильнее; молодые листья будут иметь небольшие повреждения или вовсе не будут повреждены;
- Повреждение озоном обычно не заметно на нижней стороне листа. Чаще всего симптомы появляются на верхней поверхности листа, на начальных стадиях повреждение проявляется в виде очень маленьких багрово-красных или желтых плохо разделенных, впоследствие черных пятен (зернистость) между главными жилками;
- Ближе к концу вегетации зернистость может быть связана с пожелтением листа или преждевременным старением;
- Повреждения сначала появляются на старых листьях;
- Затененные листья (т.е., если два листа частично перекрываются) не имеют видимых повреждений.

3. Оцените степень повреждения листа с помощью рамки 20 х 20 см, разделенную на 100 квадратов. Повреждения выражаются количеством квадратов с симптомами, похожими на повреждения озоном, на верхней стороне листа. Поскольку имеется 100 квадратов, величину повреждения можно выражать в процентах. Рамкой накрывают ветвь, стараясь не сдвигать и не удалять ни один лист.
4. Оцените повреждения с помощью следующей шкалы:

Таблица 2.9.

Баллы	Количественная оценка повреждений	Описание
0	0 квадратов.	Нет повреждения
1	0-25 квадратов с повреждениями	Низкая степень повреждения озоном
2	25-75 квадратов с повреждениями	Средняя степень повреждения

3	75-100 квадратов с повреждениями	Сильное повреждение

Оценивать следует с помощью четырех рамок на одно дерево (одной рамки на небольшой кустарник или травянистое растение). Конечное значение повреждения для дерева на участке должно быть средней величиной всех рамок, а для участка - средней величиной значений повреждений всех деревьев этого вида на участке.

5. Полученные данные занесите в таблицу 1.10.:

Таблица 2.10.

Вид растения	Баллы (средняя величина значений для каждого вида)

6. Сформулируйте выводы.

Оценка содержания углекислого газа в помещении

Углекислый газ является составным ингредиентом атмосферного воздуха. Концентрация углекислого газа в атмосферном воздухе вне зоны загрязнения в среднем равняется 0,03% по объему или 0,046% по весу, что равно при нормальных условиях 591 мг/м^3.

Повышение уровня углекислого газа в воздухе ведет к раздражению дыхательного центра. А длительное вдыхание воздуха с повышенным (8-10%) содержанием углекислоты приводит к перераздражению дыхательного центра и смерти от паралича последнего. Человек более чувствителен к избытку углекислого газа, чем животное. Уже при содержании CO_2 в воздухе в количестве 3% дыхание заметно ускоряется и углубляется; при 4% появляется ощущение сдавливания головы, головная боль, шум в ушах, психическое возбуждение, сердцебиение, замедление пульса и повышение давления, реже рвота и обмороки. Дальнейшее повышение уровня CO_2 до 8-10% сопровождается нарастанием выраженности всех симптомов.

В гигиеническом отношении содержание CO_2 является важным показателем, по которому судят о степени чистоты воздуха в жилых и общественных зданиях. Углекислый газ выделяется в процессе дыхания людей и скопление его в больших количествах в воздухе закрытых помещений указывает на санитарное неблагополучие этого помещения (скученность людей, недостаточная вентиляция).

Допустимой концентрацией углекислого газа воздуха считается 0,07 – 0,1%. Последняя величина принята в качестве расчетной при определении объема потребной вентиляции и эффективности вентиляции в жилых и общественных зданиях.

Оборудование: шприц (20 мл), колба, 0,005% раствор соды, фенолфталеин.
Ход работы.

1. В шприц объемом 20 мл наберите 5 мл 0,005% раствора соды с фенолфталеином, имеющего розовую окраску, затем наберите 15 мл воздуха и встряхивайте в течение минуты. Если не произошло обесцвечивания раствора, воздух из шприца осторожно выжмите, оставив в нем раствор, вновь наберите порцию воздуха и встряхивайте еще 1 минуту. Эту процедуру повторяют до обесцвечивания раствора, каждый раз встряхивая шприц в течение 1 минуты.
2. Подсчитав общий объем воздуха, прошедшего через шприц, по таблице 2.6 определите концентрацию углекислого газа в воздухе, сравните с ПДК, сформулируйте выводы.

Таблица 2.11.

Зависимость содержания CO_2 в воздухе
от объема воздуха, обесцвечивающего 5 мл 0,005% раствора соды

Объем воздуха, мл	Концентрация CO_2,%	Объем воздуха, мл	Концентрация CO_2,%
20	3,2		
40	2,08	85	1,12
50	1,82	90	1,04
60	1,56	95	0,96
65	1,44	100	0.86
70	1,36	105	0,8
75	1,28	110	0,7
80	1,2	115	0,56

Оценка загрязнения воздуха по состоянию сосны

Показателем комплексного загрязнения воздушной среды может служить сосна, которая очень чувствительна к изменению условий окружающей среды. Сравнение сосняков, находящихся на разном расстоянии от источника загрязнения продемонстрировало картину постепенного усыхания деревьев. В ближайшей к источнику загрязнения зоне сосны имеют изреженные и суховершинные кроны, пожелтевшую хвою, т.е. все признаки деградации хвойных культур, ставшие хрестоматийными.

Ход работы.

1. В разных районах города выберите по 10 сосен и внимательно осмотрите их. Сосны должны относиться к одной возрастной группе.
2. Глазомерно измерьте высоту сосен, с помощью сантиметра – окружность сосен. Вычислите среднее значение. Данные занесите в таблицу 2.7.
3. Измерьте длину хвои и вычислите среднее значение.
4. Определите класс повреждения и усыхания хвои, пользуясь следующей оценочной схемой:

Классы повреждения хвои:

1 – хвоинки без пятен;

2 – хвоинки с небольшим количеством мелких пятен;

3 – Хвоинки с многочисленными черными и желтыми пятнами, мелкими и крупными.

Классы усыхания хвои:

1 – нет сухих участков;

2 – усохли кончики хвоинок на 2-5 мм;

3 – усохла треть длины хвоинок;

4 – вся хвоинка желтая или более половины ее сухая.

Все данные занесите в таблицу 2.12.

Таблица 2.12.

Состояние сосны на участках разной степени загрязненности

Место отбора проб	Средняя высота, м	Средняя окружность, см	Средняя длина хвоинок, мм	Класс повреждения хвои	Класс усыхания хвои
1					
2					
3					
4					

5. По состоянию сосны сделайте вывод о степени загрязнения разных участков города.

Оценка влияния крупных автомагистралей на состояние растительного покрова

(по Голубкина, Шамина, 2003)

Загрязнение окружающей среды в результате использования автотранспорта особенно ощутимо в крупных городах. В почвах придорожных зон наиболее интенсивно накапливаются валовые и подвижные формы свинца, цинка, серебра и в меньшей степени меди, олова, хрома, никеля, молибдена, кобальта, марганца, железа. Выявлены две зоны аккумуляции транспортного загрязнения в почвах. Первая обычно расположена в непосредственной близости от автодороги, на расстоянии до 15—20 м, а вторая — на удалении 20—100 м. Преимущественное накопление микроэлементов происходит в верхней части корнеобитаемого слоя почв.

Механические барьеры (здания, кустарники, деревья) уменьшают дальность переноса аэрозолей соли, резко увеличивая их концентрацию в непосредственной близости от дорог. Открытые пространства, наоборот, способствуют более дальнему переносу. Концентрация хлористого натрия в снеговой воде в десятиметровой зоне около дорог может достигать 1300-1900 мг/л, тогда как на фоновых участках не превышает 1—2мг/л.

Негативное влияние автотранспорта на окружающую среду можно оценить по состоянию растительного покрова.

В крупных городах, как известно, наиболее неприхотливым придорожным растением является одуванчик. В большинстве случаев тяжелые металлы угнетают рост растений, приводя к возникновению уродливых форм, снижая высоту растений. Учитывая данные накопления тяжелых металлов в почве вблизи автомагистралей, можно охарактеризовать растительный покров на примере одуванчиков на расстоянии 0,5; 1; 5; 10; 15; 20; 30; 50; 100; 150 м от дороги.

Оборудование: одуванчики, весы с разновесами, линейка, центрифуга.
Ход работы.

1. Из каждой выбранной точки на определенном расстоянии от автомагистрали соберите не менее 10 растений одуванчиков. Каждое растение срежьте под корень, заверните в мокрую бумагу и поместите в полиэтиленовый пакет - один для каждой точки. В каждом пакете должно находиться, таким образом, 10 растений и этикетка с указанием места отбора проб.
2. Взвесьте каждое растение, измерьте длину листьев, зарисуйте уродливые формы и рассчитайте их количество в процентном отношении.

3. Определите содержание хлорофиллов, которое устанавливают по величине поглощения спиртового экстракта листьев при длине волны 665 нм.

Навеску листьев — около 0,8-1,0 г – разотрите в маленькой ступке с 5 мл дистиллированной воды, перенесите в центрифужные пробирки и центрифугируйте в течение 5 мин. при 3000g. Измерьте величину поглощения света на фотоколориметре или спектрофотометре при длине волны 665 нм. Содержание хлорофиллов рассчитайте по формуле:

$$\text{Хлорофиллы, мг/г} = (D_{665} \times 0{,}085 \times 5) / 0{,}51 \times a, \text{ где}$$

D_{665} – величина поглощения исследуемого раствора при 665 нм; 0,085 — количество хлорофилла в стандартном растворе, мг/мл; 5 — объем экстракта, мл; 0,51 — величина поглощения стандартного раствора хлорофилла; а – навеска листьев, г.

4. Полученные результаты работы занесите в таблицу 2.13.

Таблица 2.13.

№ пробы	Расстояние от дороги, м	Средняя масса растения, г	Доля уродливых форм, %	Высота растения, см	Содержание хлорофилла, мг/г

5. По проделанной работе сформулируйте выводы, которые должны содержать зависимость массы растений, длины листьев, доли уродливых форм, содержания хлорофилла в растениях в зависимости от расстояния до дороги.

Изучение кислотности осадков с помощью семян различных культур

Кислотность среды (водной и наземной) оказывает сильное влияние на распространение и численность живых организмов. В настоящее время идет процесс подкисления почвы за счет выпадения кислотных дождей.

При сжигании любого ископаемого топлива (угля, горючего сланца, мазута) в составе выделяющихся газов содержатся диоксиды серы и азота. Выбрасываемые в атмосферу, они превращают выпадающие дожди в слабый раствор кислот.

Дождевая вода должна иметь нейтральную реакцию, т.е. pH=7. Но даже в самом чистом воздухе всегда есть диоксид углерода, и дождевая

вода чуть подкисляется (pH=5,6-5,7). А, вобрав кислоты, образующиеся из диоксидов серы и азота, становится заметно кислой. Мировой рекорд принадлежит шотландскому городку Питлокри, где 20 апреля 1974 года выпал дождь с pH=2,4 – это уже не вода, а что-то вроде столового уксуса.

Кислотность среды либо непосредственно воздействует на активность ферментов живых организмов, состояние цитоплазмы клеток, интенсивность осморегуляции и другие показатели, либо действует опосредовано через изменение доступности биогенных элементов, концентрации токсических соединений и т.д. Значит, она оказывает влияние не только на растущие деревья, но и на прорастание семян. Возможен вариант, когда семенное размножение будет невозможно. Характер и степень влияния pH среды на организмы можно установить экспериментальным путем.

Оборудование: семена различных культур с всхожестью не менее 70% (методика проверки всхожести семян описана в Приложении 1), чашки Петри, фильтровальная бумага, pH-метр (можно использовать универсальную индикаторную бумагу), ножницы, кислота (HCl или H_2SO_4) и щелочь (NaOH или KOH), плоскодонные колбы емкостью 100 мл, стеклянный стакан.

Ход работы.

1. Оставьте стакан или банку под открытым небом во время дождя.
2. Определите реакцию среды дождевой воды с помощью индикаторной бумаги или pH-метра.
3. На дно чашки Петри настелите 1 слой фильтровальной бумаги и разложите по 25-50 семян 3-5 видов растений.
4. Фильтровальную бумагу в чашках увлажните 5 мл дождевой воды. На поверхность семян настелите еще один слой бумаги, смоченной в том же растворе. Опыт проводите в трех повторностях.
5. С помощью кислоты, щелочи и воды приготовьте растворы со значениями pH воды 3,4,5,8.9,10. Семена увлажните приготовленными растворами (см. п.4)
6. Семена в контрольных чашках смочите дистиллированной водой.
7. Чашки закройте для предотвращения быстрого высыхания и поставьте на проращивание.
8. По окончании проращивания оцените всхожесть семян и длину проростков в каждом варианте. Всхожесть семян определяют по формуле:

$$B = (a/в) \times 100\%,$$

где В - всхожесть семян, %; а - число проросших семян; в - общее число семян, взятых для проращивания.

9. Полученные данные занесите в таблицу 2.14. На основании табличного материала постройте график.

Таблица 2.14.

Всхожесть семян в % (или средняя длина проростков в мм)

Вид растения	Значение pH							
	3	4	5	6 (дожд.вода)	7 (контр)	8	9	10
1								
2								
3								
4								

Определение выбросов загрязняющих веществ автотранспортом

Настоящая методика предназначена для оценки величин выбросов загрязняющих веществ в атмосферу автотранспортными потоками на городских магистралях. Приведенные в усредненные удельные значения показателей выбросов отражают основные закономерности их изменения при реальном характере автотранспортного движения в городских условиях. При этом учитывается, что в городе автомобиль совершает непрерывно разгоны и торможения, перемещаясь с некоторой средней скоростью на конкретном участке автомагистрали, определяемой дорожными условиями.

Расчеты выбросов выполняются для следующих вредных веществ, поступающих в атмосферу с отработавшими газами автомобилей:

- оксид углерода (CO);
- оксиды азота NO_x (в пересчете на диоксид азота);
- углеводороды (CH)*;
- сажа;
- диоксид серы (SO_2);
- соединения свинца**;
- формальдегид;
- бенз(а)пирен.

* - расчет выбросов соединений свинца для автомобилей, движущихся по городским автомагистралям, производится в том случае, если в данном городе используется этилированный бензин. Рассчитанные значения выбросов соединений свинца целесообразно уточнить с учетом доли этилированного бензина в общем потреблении бензинов всех марок в данном городе.

** - для автомобилей с бензиновыми двигателями при проведении расчетов загрязнения атмосферы используется ПДКм.р. по бензину (код 2704); для автомобилей с дизельным двигателем - по керосину (код 2732).

Ход работы:

1. Изучите схему улично-дорожной сети города, информацию о транспортной нагрузке, составьте перечень основных автомагистралей (и их участков) с повышенной интенсивностью движения и перекрестков с высокой транспортной нагрузкой.

В качестве таких магистралей (участков) рассматриваются:

- для городов с населением до 500 тысяч человек - магистрали (или их участки) с интенсивностью движения в среднем более 200 - 300 автомобилей в час;
- для городов с населением более 500 тыс. человек - магистрали (или их участки) с интенсивностью движения в среднем более 400 - 500 автомобилей в час.

2. Нанесите выбранные автомагистрали (их участки) и перекрестки на карту-схему города.
3. Для определения характеристик автотранспортных потоков на выбранных участках улично-дорожной сети проведите учет проходящих автотранспортных средств в обоих направлениях с подразделением по следующим группам:

Л -	легковые, из них отдельно легковые и легковые дизельные автомобили
ГК < 3 -	грузовые карбюраторные грузоподъемностью менее 3 тонн и микроавтобусы (ГАЗ-51-53, УАЗы, «Газель», РАФ и др.)
ГК > 3 -	грузовые карбюраторные грузоподъемностью более 3 тонн (ЗИЛы, Урал и др.)
АК -	автобусы карбюраторные (ПАЗ, ЛАЗ, ЛИАЗ)
ГД	грузовые дизельные (КРАЗ, КАМАЗ)
АД -	автобусы дизельные (городские и интуристовские «Икарусы»)
ГГБ -	грузовые газобалонные, работающие на сжатом природном газе

Подсчет проходящих по данному участку автомагистрали транспортных средств проводится в течение 20 минут каждого часа. При высокой интенсивности движения (более 2 - 3 тыс. автомашин в час) подсчет проходящих автотранспортных средств проводится синхронно раздельно по каждому направлению движения (а при недостаточности числа наблюдателей - первые 20 минут - в одном направлении; следующие 20 минут - в противоположном направлении).

Для выявления максимальной транспортной нагрузки наблюдения

выполняются в часы «пик». Для большинства городских автомагистралей отмечается два максимума: утренний и вечерний (соответственно с 7 - 8 часов до 10 до 11 часов и с 16 - 17 часов до 19 - 20 часов), для многих транзитных автомагистралей наибольшая транспортная нагрузка характерна для дневного времени суток.

Натурные обследования состава и интенсивности движущегося автотранспортного потока проводятся не менее 4 - 6 раз в часы «пик» на каждой автомагистрали.

4. Результаты натурных обследований структуры и интенсивности движущегося автотранспортного потока заносятся в таблицу 2.15.

Таблица 2.15.

Дата	Время подсчета, за период 20 минут	Число автомобилей по группам								Скорость движения потока, км/час		
		Легковые	Легковые дизельные	ГК < 3, МА	ГК ≥ 3	АК	ГД	АД	ГГБ	Легковые	Грузовые	Автобусы
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

5. Для оценки транспортной нагрузки в районе регулируемых перекрестков проведите дополнительные обследования: последовательно (а при возможности одновременно) на каждом направлении движения в период действия запрещающего сигнала светофора (включая и желтый цвет) выполняется подсчет автотранспортных средств (по группам, согласно п.3), образующих «очередь». Одновременно фиксируется длина «очереди» в метрах. Подсчеты проводятся не менее 4 - 6 раз. Результаты дополнительных обследований занесите в таблицу 2.16.

Таблица 2.16.

_____ /наименование улиц, образующих перекресток/	_____ /направление движения автотранспорта/	_____ /ширина проезжей части, количество полос/

Дат	Время	Число автомобилей по группам	Длина

а	работы запрещающего сигнала светофора, мин.	Легковые	Легковые дизельные	ГК < 3, МА	ГК ≥ 3	АК	г д	АД	ГГБ	очереди автотранспорта (м)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

6. В ходе натурного обследования для расчета выбросов на каждой автомагистрали (или ее участке) определите следующие параметры:

- ширина проезжей части, (в метрах);
- количество полос движения в каждом направлении;
- протяженность выбранного участка автомагистрали (в км) с указанием названий улиц, ограничивающих данную автомагистраль (или ее участок);
- средняя скорость автотранспортного потока с подразделением на три основные категории: легковые, грузовые и автобусы (в км/час) (определяется по показаниям спидометра автомобиля, движущегося в автотранспортном потоке).

Определение средней скорости движения основных групп автотранспортного потока выполняется по всей протяженности обследуемой автомагистрали или ее участка, включая зоны нерегулируемых и регулируемых перекрестков.

На обследуемом перекрестке фиксируются следующие параметры:

- ширина проезжей части (в метрах);
- количество полос движения в каждом направлении;
- протяженность зоны перекрестка в каждом направлении (в метрах).

7. Рассчитайте количество выбросов загрязняющих веществ автотранспортом.

Расчет выбросов загрязняющих веществ автотранспортом

Выброс i-го вредного вещества автотранспортным потоком (MLi) определяется для конкретной автомагистрали, на всей протяженности которой, структура и интенсивность автотранспортных потоков изменяется не более, чем на 20 - 25 %. При изменении автотранспортных характеристик на большую величину, автомагистраль разбивается на участки, которые в дальнейшем рассматриваются как отдельные источники.

Такая магистраль (или ее участок) может иметь несколько нерегулируемых перекрестков или (и) регулируемых при интенсивности

движения менее 400 - 500 а/час.

Для автомагистрали (или ее участка) с повышенной интенсивностью движения (т.е. более 500 а/час) целесообразно дополнительно учитывать выброс автотранспорта (Мп) в районе перекрестка.

В районе перекрестка выбрасывается наибольшее количество вредных веществ автомобилем за счет торможения и остановки автомобиля перед запрещающим сигналом светофора и последующим его движением в режиме «разгона» по разрешающему сигналу светофора.

Это обуславливает необходимость выделить на выбранной автомагистрали участки перед светофором, на которых образуется очередь автомобилей, работающих на холостом ходу в течение времени действия запрещающего сигнала светофора.

Для автомагистрали (или ее участка) при наличии регулируемого перекрестка суммарный выброс М будет равен:

$$M = \sum_1^n (M_{П1} + M_{П2}) + M_{L1} + M_{L2} + \sum_1^m (M_{П3} + M_{П4}) + M_{L3} + M_{L4},$$ где:

$M_{П1}, M_{П2}, M_{П3}, M_{П4}$ - выброс в атмосферу автомобилями, находящимися в зоне перекрестка при запрещающем сигнале светофора;

$M_{L1}, M_{L2}, M_{L3}, M_{L4}$ - выброс в атмосферу автомобилями, движущимися по данной автомагистрали в рассматриваемый период времени;

n и m - число остановок автотранспортного потока перед перекрестком соответственно на одной и другой улицах его образующих за 20-минутный период времени;

индексы 1 и 2 соответствуют каждому из 2-х направлений движения на автомагистрали с большей интенсивностью движения, а 3 и 4 - соответственно для автомагистрали с меньшей интенсивностью движения.

Расчет выбросов движущегося автотранспорта.

Выброс i-того загрязняющего вещества (г/с) движущимся автотранспортным потоком на автомагистрали (или ее участке) с фиксированной протяженностью L (км) определяется по формуле:

$$M_{L1} = \frac{L}{3600} \sum_1^k M^{п}_{ki} G_k r_{v1}$$

$M^{п}_{ki}$ (г/км) - пробеговый выброс i-го вредного вещества автомобилями k-й группы для городских условий эксплуатации, определяемый по табл. 2.17;

k - количество групп автомобилей;

G_k (1/час) - фактическая наибольшая интенсивность движения, т.е. количество автомобилей каждой из К групп, проходящих через фиксированное сечение выбранного участка автомагистрали в единицу

времени в обоих направлениях по всем полосам движения;

R_{Vki} - поправочный коэффициент, учитывающий среднюю скорость движения транспортного потока (км/час) на выбранной автомагистрали (или ее участке), определяемый по табл.2.18.);

1/3600 - коэффициент пересчета «час» в «сек»;

L (км) - протяженность автомагистрали (или ее участка) из которого исключена протяженность очереди автомобилей перед запрещающим сигналом светофора и длина соответствующей зоны перекрестка (для перекрестков, на которых проводились дополнительные обследования).

Таблица 2.17.

Значения пробеговых выбросов (г/км) для различных групп автомобилей

Наименование группы автомобилей	№ группы	CO	Выбросы						
			NO_x (в пересчете на NO_2)	CH	Сажа	SO_2	Формальдегид	Соединения свинца	Бенз(а)пирен
Легковые	I	19,0	1,8	2,1	-	0,065	0,006	0,019	$1,7 \cdot 10^{-6}$
Легковые дизельные	Iд	2,0	1,3	0,25	0,1	0,21	0,003		-
Грузовые карбюраторные с грузоподъемностью до 3 т (в том числе работающие на сжиженном нефтяном газе) и микроавтобусы	II	69,4	2,9	11,5	-	0,20	0,020	0,026	$4,5 \cdot 10^{-6}$
Грузовые карбюраторные с грузоподъемностью более 3 т (в том числе работающие на сжиженном нефтяном газе)	III	75,0	5,2	13,4	-	0,22	0,022	0,033	$6,3 \cdot 10^{-6}$
Автобусы карбюраторные	IV	97,6	5,3	13,4	-	0,32	0,03	0,041	$6,4 \cdot 10^{-6}$
Грузовые дизельные	V	8,5	7,7	6,0	0,3	1,25	0,21	-	$6,5 \cdot 10^{-6}$
Автобусы дизельные	VI	8,8	8,0	6,5	0,3	1,45	0,31	-	$6,7 \cdot 10^{-6}$
Грузовые газобалонные, работающие на сжатом природном газе	VII	39,0	2,6	1,3*	-	0,18	0,002	-	$2,0 \cdot 10^{-6}$

* - значение выброса за вычетом метана

Таблица 2.18.

Значения коэффициентов, учитывающих изменения количества выбрасываемых вредных веществ в зависимости от скорости движения

	Скорость движения (V, км/час)												
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	60	75	80	100
	1,35	1,28	1,2	1,1	1,0	0,88	0,75	0,63	0,5	0,3	0,45	0,5	0,65

Примечание: для диоксида азота значение принимается постоянным и равным 1 до скорости 80 км/час.

Расчет выбросов автотранспорта в районе регулируемого перекрестка

При расчетной оценке уровней загрязнения воздуха в зонах перекрестков следует исходить из наибольших значений содержания вредных веществ в отработавших газах, характерных для режимов движения автомобилей в районе пересечения автомагистралей (торможение, холостой ход, разгон).

Выброс i-го загрязняющего вещества (ЗВ) в зоне перекрестка при запрещающем сигнале светофора М 4п 0 определяется по формуле:

$$МП1 = Р/40 \sum^{NЦ}_{n-1} \sum^{Nгр}_{k-1} (M_{П2}\ G_{k2n}),\ г/мин$$

где Р (мин.) - продолжительность действия запрещающего сигнала светофора (включая желтый цвет);

$N_Ц$ - количество циклов действия запрещающего сигнала светофора за 20-минутный период времени;

$N_{гр}$ - количество групп автомобилей;

(г/мин) - удельный выброс i-го ЗВ автомобилями, k-ой группы, находящихся в «очереди» у запрещающего сигнала светофора;

$G_{k,n}$ - количество автомобилей k группы, находящихся в «очереди» в зоне перекрестка в конце n-го цикла запрещающего сигнала светофора.

Значения определяются по табл.2.19., в которой приведены усредненные значения удельных выбросов (г/мин), учитывающие режимы движения автомобилей в районе пересечения перекрестка (торможение, холостой ход, разгон), а значения Р, $N_Ц$, G_k - по результатам натурных обследований.

Таблица 2.19.

Удельные значения выбросов для автомобилей, находящихся в зоне перекрестка

Наименование группы автомобилей	№ группы	Выброс, г/мин							
		CO	NO_x (в пересчете на NO_2)	CH	Сажа	SO_2	Формальдегид	Соединения свинца	Бенз(а)пирен
Легковые	I	3,5	0,05	0,25	-	0,01	0,0008	0,0044	$2,0 \cdot 10^{-6}$
Легковые дизельные	Iд	0,13	0,08	0,06	0,035	0,04	0,0008	-	-
Грузовые карбюраторные с грузоподъемностью до 3 т (в том числе работающие на сжиженном нефтяном газе) и микроавтобусы	II	6,3	0,075	1,0	-	0,02	0,0015	0,0047	$4,0 \cdot 10^{-6}$
Грузовые карбюраторные с	III	18,4	0,2	2,96	-	0,028	0,006	0,0075	$4,4 \cdot 10^{-6}$

Наименование группы автомобилей	№ группы	Выброс, г/мин							
		CO	NO_x (в пересчете на NO_2)	CH	Сажа	SO_2	Формальдегид	Соединения свинца	Бенз(а)пирен
грузоподъемностью более 3 т (в том числе работающие на сжиженном нефтяном газе)									
Автобусы карбюраторные	IV	16,1	0,16	2,64	-	0,03	0,012	0,0075	$4,5 \cdot 10^{-6}$
Грузовые дизельные	V	2,85	0,81	0,3	0,07	0,075	0,015	-	$6,3 \cdot 10^{-6}$
Автобусы дизельные	VI	3,07	0,7	0,41	0,09	0,09	0,020	-	$6,4 \cdot 10^{-6}$
Грузовые газобалонные, работающие на сжатом природном газе	VII	6,44	0,09	0,26*	-	0,01	0,0004	-	$3,6 \cdot 10^{-6}$

* - значение выброса за вычетом метана

Тема 3. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПОЧВЫ

Жизнь человечества непрерывно связана с землей. Ведь только на земле могут развиться растения, дающие людям продукты, корм животным, сырье для промышленности.

Возрастающие масштабы антропогенной деятельности обусловливают необходимость учета и прогнозирования изменений в окружающей среде и оценки возможностей устойчивого развития, и почва в значительной мере определяет ресурсный потенциал биосферы для потребления будущими поколениями людей. Сегодня последствия ухудшения состояния почв уже выражаются в целом ряде глобальных, региональных и местных экологических проблем, связанных с состоянием атмосферы, гидросферы, биоразнообразием и здоровьем людей.

Сущность экологической оценки состояния почвы состоит в комплексной оценке биолого-почвенных, геоморфологических, геохимических, геофизических и др. факторов и параметров ее состояния, и в оценке этих свойств под влиянием антропогенной нагрузки. Ухудшение экологического состояния почвы, в большинстве случаев, связывают именно с антропогенной нагрузкой, хотя изменение состояния почвы может быть обусловлено также воздействием природных факторов.

Оценка экологического состояния почв непосредственно связана с вопросами оценки состояния животного и растительного мира, а также среды обитания человека в целом. Для оценки экологического состояния почвы большое значение имеет ее изучение как целого и отдельных ее компонентов - почвенного воздуха и раствора, химического состава, чужеродных и естественных включений, почвенной биоты и других характеристик.

Морфологические свойства почв

Очень важным и наиболее доступным для описания морфологическим признаком почв является цвет (окраска) того или иного горизонта, или образца почвы из горизонта. Окраска является характерным диагностическим признаком, позволяющим косвенно судить и о других свойствах почвы. Подтверждением этому служат названия типов почв, заимствованные от того характерного цвета, который несет на себе верхний гумусовый горизонт. По цвету верхнего почвенного горизонта или одного из горизонтов получили типовое название многие почвы мира - подзолистые, серые лесные, черноземы, каштановые, бурые, красноземы и др.

Определение цвета в поле всегда носит субъективный характер, так как зависит от способности исследователя воспринимать цветовые оттенки и разбираться в их тональности. Цвет почвенной массы в горизонте почти

никогда не бывает "чистым", он всегда сопровождается рядом сопутствующих тонов, придающих горизонту тот или иной оттенок.

Нужно учесть, что цвет определяют в естественном состоянии почвы или горизонта, не допуская возможных изменений, обусловленных высушиванием.

Ход работы.

1. Возьмите немного почвы и внимательно рассмотрите ее.
2. Исходя из цвета почвы, пользуясь предлагаемой таблицей, определите минеральный состав почвы.

Наибольшее распространение в нашей стране получила схема, предложенная С.А. Захаровым еще в 1927 г. Согласно концепции С.А. Захарова, все разнообразие окрасок в почве создается черным, белым и красным цветом. Их смешение в той или иной пропорции дает многообразную цветовую гамму оттенков и промежуточных тонов – серого, бурого, каштанового и др.

Таблица 3.1.

Зависимость минерального состава от цвета почвы

Цвет почвы	Минеральный состав
Черная	Окраска почвы обусловлена содержанием гумуса и его качественным составом. Варьирование темной окраски может наблюдаться в диапазоне от интенсивно-черной до серых тонов различной интенсивности.
Белая	Окраска почвы обусловлена, в основном, минералогическим составом почвы и содержанием в ее массе кварца, карбонатов кальция, каолинита, глинозема, а также аморфной кремнекислоты, светлоокрашенных полевых шпатов и "выцветов" легкорастворимых солей. Чистые белые цвета в окраске генетических горизонтов практически не встречаются. Чистый цвет дают белоснежные корочки солей на поверхности солончаков и налеты солей в профиле солончаков.
Красная	Возникает при очень высоком содержании в ее составе оксидов железа. Эта окраска может быть унаследована от материнской породы или же явиться следствием почвообразовательного процесса.

Определение механического состава и структуры почвы

Механический, или гранулометрический, состав является одним из важнейших показателей при характеристике почв. В основе разделения почв по механическому составу в нашей стране используется классификация механических элементов, предложенная Н.А. Качинским.

Выделяют следующие основные разновидности почв по механическому составу: глинистые, суглинистые, супесчаные и песчаные. Имея известный навык, отнесение почвы к разновидностям может быть выполнено в полевых условиях каждым.

Ход работы.

Мокрый метод

1. Возьмите немного почвы, увлажните ее и скатайте в ладонях.
2. Исходя из того, как скатывается почва, определите ее механический состав, пользуясь таблицей 3.2.

Таблица 3.2.

Типы почвы по механическому составу	Особенности скатывания почвы
Песчаная	Почва не скатывается в шарик
Супесчаная	Почва скатывается в шарик
Легкая суглинистая	Почва скатывается в толстую колбаску, которая дробится при раскатывании
Суглинистая	Почва скатывается в колбаску с тонким кончиком, при изгибании кольцо распадается
Тяжелая суглинистая	Почва скатывается в колбаску с тонким кончиком, при изгибании образуется кольцо с трещинами
Глинистая	Почва скатывается в колбаску, легко сгибается в кольцо, не ломаясь

Сухой метод

1. Возьмите комочек сухой почвы величиной с горошину, раздавите его ногтем на ладони и вотрите в кожу.
2. Определите тип почвы, пользуясь следующей таблицей 3.3.

Таблица 3.3.

Типы почвы по механическому составу	Особенности почвы
Песчаная	Почва состоит полностью из зерен песка, почвенная масса сыпуча, бесструктурна
Супесчаная	Преобладают песчаные частицы с

	незначительным количеством глинистых
Суглинистая	Среди преобладающих глинистых частиц ощущается незначительное количество песчаных
Глинистая	Растирается на ладони с большим трудом, а после растирания дает тонкий однородный порошок

3. Сделайте выводы о механическом составе почвы.

Определение соотношения твердых частиц в почвенном образце
(по Грин, Стаут, Тейлор, 1996)

Оборудование: мерный цилиндр емкостью 500 мл, 300 мл воды, 100 $см^3$ почвенного образца.
Ход работы.

1. Поместите почвенный образец в мерный цилиндр, полностью залейте его водой.
2. Энергично встряхните содержимое.
3. Для того чтобы частицы осели в соответствии с их плотностью и площадью поверхности, дайте смеси отстояться в течение 48 часов.
4. Измерьте объем различных фракций почвенного образца.

Вы можете наблюдать послойное распределение составляющих почву частиц. Частицы органического вещества будут плавать на поверхности воды, частицы глины частично останутся во взвешенном состоянии, а более крупные будут оседать в виде слоя поверх песка и камней.

Определение влажности и водных свойств почвы

Количество влаги в почве очень изменчиво во времени и зависит от поступления воды в почву и ее расходования. Поступление влаги в почву происходит с атмосферными осадками, паводковыми, грунтовыми поливными водами, а расходование - при испарении, транспирации, стоке и др. Соотношение этих процессов определяется климатическими явлениями, временем года, положением почвы в рельефе местности, наличием и характером растительного покрова, хозяйственной деятельностью человека. Помимо перечисленных факторов, внешних по отношению к почве, ее влажность зависит и от свойств самой почвы - водных свойств, к которым относятся влагоемкость и водопроницаемость, а также от состояния поверхности почвы.

Определение влажности почвы

Влажность почвы характеризуется отношением массы содержащейся в почвенном образце влаги к массе подготовленного (измельченного, не содержащего посторонних включений) и высушенного образца и выражается обычно в процентах. Для измерения влажности используют как прямые, так и косвенные методы.

Термостатно-весовой метод.

1. Возьмите образец почвы и взвесьте его (m_1).
2. Поместите почву на металлический поднос и поставьте его в термошкаф на 4-6 часов при температуре 105^0C.
3. Взвесьте высушенную почву (m_2).
4. Рассчитайте процентное соотношение воды по формуле:

$$\frac{(m_1 - m_2) \times 100\%}{m_1}$$

5. Данные занесите в таблицу 3.4.

Электрометрический метод.

Метод основан на зависимости некоторых характеристик почвы, в частности, электропроводности, от влажности. Электропроводность можно быстро и удобно измерять портативными или лабораторными приборами - электровлагомерами либо кондуктометрами. Но точность определения влажности почвы по электропроводности относительно невелика. Однако, учитывая портативность, удобство и оперативность работы с подобными приборами, целесообразно использовать их в тех случаях, где нужно получить информацию о том, является ли почва смоченной или сухой, мерзлой или талой (мерзлая почва электричество не проводит), найти глубину границы между слоями почвы,

Органолептический метод

Этот метод удобно использовать в полевых условиях. В зависимости от осязательных ощущений тестирующего почву человека различают степени увлажнения почвы - мокрая, сырая, влажная, свежая, сухая.

Определение влагоемкости почвы

Влагоемкость – способность почвы вмещать и удерживать то или иное количество воды. Влагоемкость тем выше, чем мельче частицы почвы. Максимальной влагоемкостью обладают глинистые почвы.

Оборудование: образцы почвы, просеянной через сито с ячейками 3 мм; стеклянные трубки длиной 25-30 см и диаметром 3-4 см (один конец трубки слегка расширен), ведра, весы с разновесами, фильтровальная бумага, марля, полотенце, шпагат, ножницы.
Ход работы.

1. Расширенные концы стеклянных трубок закройте фильтровальной бумагой и марлей и плотно обвяжите шпагатом.
2. Взвесьте трубки и запишите значения их массы.
3. Насыпьте в трубки на ¾ их высоты воздушно-сухой почвы. Для уплотнения почвы слегка постучите по трубкам.
4. Трубки с сухой почвой взвесьте и опустите в ведро с водой до уровня находящейся в них почвы.
5. Через 1-2 суток (когда вся почва в трубке будет насыщена водой) трубки выньте, вытрите наружные стенки полотенцем и взвесьте.
6. Вычислите полную влагоемкость по формуле:

$$ПВ = (c – b)/ (b – a) \times 100\ \%, \text{ где}$$

ПВ – полная влагоемкость,%;
a – масса пустой трубки, г;
b – масса трубки с сухой почвой, г;
c – масса трубки с почвой, насыщенной водой, г.

7. Данные занесите в таблицу 3.4.

Определение водопроницаемости почвы

Водопроницаемость – способность почвы пропускать через себя воду. Чем мельче частицы почвы, тем меньше ее водопроницаемость. Максимальной водопроницаемостью обладают песчаные почвы.

Оборудование: образцы почвы, просеянные через сито с ячейками 2 мм; стеклянные трубки длиной 25-30 см и диаметром 3-4 см, стаканы, штатив для трубок, марля, картон, часы.
Ход работы.

1. Возьмите стеклянные трубки и обвяжите их с одного конца марлей.
2. Насыпьте в трубки почву на высоту 20 см. Для уплотнения почвы слегка постучите по трубкам.
3. Положите на почву картонные кружочки с отверстиями, чтобы предотвратить почву от размыва.
4. Закрепите трубки в штативе и подставьте под них стаканы.
5. Налейте в трубку воды на высоту 5 см, заметьте время и, доливая воду, поддерживайте 5-сантиметровый столб воды до тех пор, пока она не пройдет через весь слой почвы.

6. Высчитайте время, за которое вода прошла 20-сантиметровый слой почвы в трубке. Это и будет показатель водопроницаемости почвы.
7. Данные занесите в таблицу 3.4.

Таблица 3.4.

Водные свойства почвы

№ Образца почвы	Влажность,%	Полная влагоемкость, %	Время прохождения воды через почвы, мин.

Определение актуальной и обменной кислотности почвы

(по Ващенко, Ланге, Меркулов, 1982)

Кислотность - важнейшая характеристика почвы. Повышенная кислотность ухудшает рост и развитие растений, подавляет жизнедеятельность полезных бактерий, способствует развитию почвенных грибов и болезнетворных микроорганизмов, ухудшает физико-химические свойства почвы. При изменении кислотности почвы изменяется и степень подвижности катионов металлов (табл.3.5), происходит биоаккумуляция наиболее подвижных катионов в тканях растений.

Таблица 3.5.

Подвижность микроэлементов в зависимости от кислотности почвы

Реакция почвы	Микроэлементы										
	Pb	Cr	Ni	V	As	Co	Cu	Zn	Cd	Hq	S
Кислые почвы	СП	СП	СП	СП	СП	СП	П	П	П	П	П
Нейтральные почвы	ПН	СП	СП	П	П	СП	СП	П	СП	СП	П
Щелочные почвы	ПН	ПН	ПН	П	П	ПН	СП	СП	СП	ПН	П

Примечание: ПН – практически неподвижные, СП – слабоподвижные, П – подвижные.

Различают 2 вида почвенной кислотности: актуальную и потенциальную.

Актуальной кислотностью называют концентрацию ионов водорода в почвенном растворе. Она обусловлена наличием в почвенном растворе органических и минеральных кислот, создающих определенную степень подкисления. Для определения актуальной кислотности почву

промывают водой и устанавливают концентрацию водородных ионов (pH водной вытяжки).

Потенциальной кислотностью называют способность твердой фазы почвы подкислять раствор при взаимодействии с солями. Она обусловлена ионами H^+ или Al^{3+}, которые находятся в поглощенном почвой состоянии.

Обменная кислотность почвы – это та часть потенциальной кислотности, которая выявляется при вытеснении из почвы ионов H^+ или Al^{3+} раствором нейтральной соли (KCl, NaCl, $BaCl_2$). Обменную кислотность также выражают величиной pH, но при этом указывают, что это pH солевой, а не водной вытяжки.

По показателям обменной кислотности часто решают вопрос о необходимости известкования почв и о дозах извести (табл.3.6)

Таблица 3.6.

Дозы извести в зависимости от pH солевой вытяжки почв

pH солевой вытяжки	Необходимость известкования	Доза извести, т/га	
		на легких почвах	на тяжелых почвах
<4,5	острая	4,0	6,0
4,6	сильная	3,4	5,5
4,8	средняя	3,0	5,0
5,0	средняя	2,5	4,5
5,2	слабая	2,0	4,0
5,4	слабая	2,0	3,5
>5,5	не требуется	-	-

Оборудование: образец почвы, 1 н. раствор KCl (74,56г соли растворяют в 400-500 мл дистиллированной воды и доводят объем до 1 л), коническая колба с пробкой, стеклянная пробирка, воронка, фильтр, универсальная индикаторная бумага, весы.

Ход работы.

1. 20 г почвы из смешанного образца насыпьте в коническую колбу вместимостью 100 мл.
2. Прилейте к почве 50 мл 1 н. раствора KCl (для определения обменной кислотности) или 50 мл дистиллированной воды (для определения актуальной кислотности).
3. Закройте колбу пробкой и взболтайте в течение 5 минут.
4. Дайте жидкости отстояться до полного осветления в течение суток.
5. Перенесите 5 мл прозрачной почвенной вытяжки в чистую пробирку и добавьте туда 5-6 капель комбинированного индикатора, содержимое пробирки хорошо взболтайте. Цвет вытяжки сравните с

окраской стандартной шкалы растворов-эталонов и запишите величину pH. Либо определите pH с помощью универсальной индикаторной бумаги.

Определение содержания гумуса в почве
(по Мансурова, Кокуева, 2001)

Гумус (или перегной) – органическое вещество почвы, образующееся при разложении отмерших организмов и продуктов их жизнедеятельности. Он содержит гуминовые и ульминовые кислоты, фульвокислоты, аминокислоты, почвенные гумины, витамины, фенолы, антибиотики и т.п. При разложении гумуса высвобождается углерод, нитраты, фосфаты. В состав гумуса входит около 5 % азота. Поэтому перегной служит источником обогащения почвы элементами зольной и азотной пищи. Кроме того, перегнойные вещества – важнейший фактор образования почвенной структуры, они улучшают аэрацию, тепловые свойства почвы, ее поглотительную способность, влагоемкость и другие физические и химические характеристики, определяющие плодородие почвы.

Наиболее плодородные почвы – черноземы содержат 8-12%, а иногда и 15% гумуса от общей массы почвы, серые лесные почвы – 3-5%, сероземы – 1-3%, а песчаные – всего лишь 0,5 – 1% (даже сотые доли процента).

Оборудование: образец почвы, технофизические весы, разновесы, большой тигель (на 50 г) с крышкой, нагревательный прибор, эксикатор с осушителем (например, KCl).

Ход работы.

1. Отберите несколько почвенных образцов (примерно по 50 г) и взвесьте каждый на технофизических весах для определения массы (m_1).
2. Поместите образцы в тигли с крышками и прокаливайте в течение часа до полного сгорания всех органических веществ.
3. Остудите тигли в эксикаторе и взвесьте почвенные образцы после прокаливания, получив их массу (m_2).
4. Проведите повторное прокаливание до получения постоянной массы вещества (m_2).
5. Рассчитайте процентное содержание органических веществ по формуле:

$$\frac{m_1 - m_2}{m_1} \times 100\%$$

Оценка токсичности почвенного покрова с помощью Пенициллум циклопиум (Penicillium cyclopium)

Пенициллум циклопиум относится к микроскопическим грибам, эукариотам, гетеротрофам, сапрофитам, консументам. Данный вид хорошо растет на питательном агаре и образует колонии с четко очерченными краями, что облегчает проведение замеров. Широко распространен в почве в различных местообитаниях, его легко культивировать в лабораторных условиях.

Оборудование: почвенные пробы, культура грибов, агар-агар, сахар, чашки Петри, пипетки, колбы на 100мл, весы с разновесами, термошкаф.
Подготовка грибов.

Музейную культуру выращивают на агаризованной среде при температуре 25-30^{0}С и влажности 50-60%. В пробирку с культурой с хорошо выраженным спороношением наливают несколько миллилитров дистиллированной воды и встряхивают в течение 15-20 минут, чтобы смыть образовавшиеся споры. Потом суспензию спор сливают с специально приготовленный стерильный флакон. В качестве питательной среды используют среду Чапека (см. Приложение 1). Все процедуры производят с соблюдением стерильности.
Ход работы.

1. Приготовьте почвенную вытяжку: 1 весовую часть воздушно-просеянной почвы взболтайте с 4 частями дистиллированной воды 5 минут и отфильтруйте на складчатом фильтре. Фильтрат должен быть прозрачным.
2. Приготовьте агаризованную почвенную вытяжку. Для этого в колбу на 100 мл налейте 60 мл почвенной вытяжки, внесите 1,5 г сахара и 0,8 г агар-агара, простерилизуйте и разлейте по чашкам Петри. Опыт проводят в 3-х повторностях.
3. На поверхность застывшего питательного агара нанесите стерильной пипеткой 1 каплю водной суспензии спор.
4. В качестве контроля для приготовления агаровой среды используйте искусственную питательную среду или незагрязненную почву (или почву с наиболее удаленной от источника выбросов точки).
5. Чашки инкубируйте в течение 10 суток при температуре 23-25^{0}С.
6. После окончания инкубации измерьте диаметр колонии в двух взаимно перпендикулярных направлениях. Данные занесите в таблицу 3.7.

Таблица 3.7.

№ пробы	Повторности	d_1 (мм)	d_2 (мм)	$d_{ср}$ (мм)
1	1			
	2			

	3			
2	1			
	2			
	3			
3	1			
	2			
	3			
4	1			
	2			
	3			
контроль	1			
	2			
	3			

7. Для получения сопоставимых результатов по итогам тестирования рассчитайте индекс токсичности оцениваемого фактора (ИТФ) и определите класс токсичности по таблице (см. Приложение)
8. На основании полученных данных сделайте выводы.

Воздействие транспортных выбросов на мезофауну

Почвенные беспозвоночные являются важнейшим структурно-функциональным звеном наземных экосистем. На их роль в процессе превращения вещества и энергии указывает одно то, что они составляют 70-80% всей биомассы наземных сообществ (Гиляров, Криволуцкий, 1971).

Есть немало работ, показывающих, что почвенные беспозвоночные являются хорошими индикаторами антропогенных изменений окружающей среды. В каждом типе биогеоценоза можно найти свои индикаторы изменения среды, а количественные и качественные характеристики почвенной фауны под действием загрязнений изменяются по-разному (Хотько и др., 1982).

Для анализа загрязненных участков предлагается изучить качественный и количественный состав мезофауны.

Оборудование: металлическая или деревянная рама 0,5х0,5 $м^2$ (можно взять 4 деревянных колышка и натянуть между ними веревку нужной длины); определители беспозвоночных, блокноты, карандаши, лопаты, газеты, полиэтиленовая пленка, перчатки.

Ход работы.

1. Сделайте описание места исследования.

2. На выбранном участке поместите раму и уберите внутри ее растительность.
3. Срежьте дернину на 5 см, переверните и положите на газеты или полиэтилен.
4. Выберите всех животных и подсчитайте их количество. Данные занесите в таблицу.
5. С помощью определителей установите, к каким систематическим группам принадлежат животные (в Приложении 2 изображены некоторые почвенные насекомые), подсчитайте их число и выразите в процентах от общего количества. Например, было обнаружено 50 особей беспозвоночных, из них 11% многоножек, 15% дождевых червей, 70% жуков, 4% муравьев. Данные занесите в таблицу.
6. Постепенно снимайте слои почвы до глубины 25 см, подсчитывайте количество почвенных беспозвоночных и определяйте их систематическую принадлежность. Данные занесите в таблицу 3.8.

Таблица 3.8.

Участок	Глубина отбора проб, см	Количество животных	Систематические группы, % от общего числа видов
Обочина дороги	0-5		
	5-10		
	10-15		
	15-20		
	20-25		
50 м от дороги	0-5		
	5-10		
	10-15		
	15-20		
	20-25		
100 м от дороги	0-5		
	5-10		
	10-15		
	15-20		
	20-25		
Во дворе	0-5		
	5-10		
	10-15		
	15-20		
	20-25		

7. Верните все в исходное состояние.
8. Сделайте выводы о воздействии транспортных выбросов на фауну почвы, укажите, как разные систематические группы животных реагируют на транспортное загрязнение.

Влияние загрязнителей на численность дождевых червей

Дождевые черви – постоянные обитатели почвы. Количество их сильно варьирует, достигая в благоприятных условиях до 1000 особей на 1м^2. В обычных условиях их численность колеблется от нескольких десятков до 200-400 особей на 1м^2. Они играют особую роль в почвообразовательном процессе, обогащая почву азотом и биогенными элементами, участвуют в разложении растительного опада.

В ходе исследований сбор червей и учет их численности можно осуществлять методами раскопки и выгонки. Раскопка и ручная разборка почвенных проб на месте дают наиболее достоверные данные. Однако, следует отметить трудоемкость этого процесса.

Можно использовать метод подсчета выползков после дождя или для выгонки червей залить участок водой (5-6 ведер на 1м^2), но эти методы дают лишь приблизительные результаты.

При изучении различных форм антропогенного воздействия на почву подсчитывают численность дождевых червей по уровням удаления от объекта загрязнения.

Оборудование: пинцет, нож, совок, лопата, мешочки из плотной ткани или стеклянные банки с землей или влажным мхом (в банках в жаркую погоду черви быстро гибнут, поэтому лучше использовать мешочки); весы.
Ход работы:

1. Отберите пробы червей на разном удалении от объекта загрязнения (например, на расстоянии 1м, 2,5м, 5м, 10м от автомобильной дороги).
2. В лаборатории подсчитайте количество червей и их массу в каждой пробе. Данные занесите в таблицу 3.9.

Таблица 3.9.

Зависимость количества и биомассы дождевых червей от степени антропогенного воздействия

Показатели	Расстояние от объекта загрязнения, м			
	1	2,5	5	10

Количество				
Биомасса				
Средняя биомасса дождевого червя				

3. Сделайте выводы о качестве исследуемой почвы и степени антропогенного загрязнения.

Исследование активности различных групп почвенных организмов
(по Ашихмина Т.Я., 2000)

Тестировать активность различных групп почвенных микроорганизмов можно при помощи различных аппликационных методов. Наиболее распространенным является измерение скорости распада целлюлозы. Этот метод был рекомендован академиком Е. Н. Мишустиным.

Оборудование: стерильная тонкая суровая льняная ткань (неотбеленная).

Ход работы:

1. Определите массу 1 $дм^2$ льняной ткани.
2. Нарежьте полосы ткани шириной 10 см (длина зависит от глубины изучаемого почвенного слоя) и пришейте ее к полимерной пленке.
3. В почве выройте свежие разрезы в которые поместите полосы ткани, полиэтилен с обратной стороны придавите почвой и разрез засыпьте. Верхняя грань ткани должна быть на 3,5 см погружена в почву.
4. Через неделю ткань извлеките из разреза, отмойте, взвесьте. Потеря массы характеризует интенсивность разложения клетчатки. Для определения динамики процесса повторные куски ткани извлекают последовательно через разные интервалы времени.
5. Оцените интенсивность разложения клетчатки (% за сезон), используя следующую шкалу:

Меньше 10% - очень слабая интенсивность разложения;
10-30% - слабая;
30-50 % - средняя;
50-80 % -сильная;
больше 80 % -очень сильная.

Шкала интенсивности позволяет определить микробиологическую активность почв: чем выше процент разложения клетчатки, тем она выше.

6. Сделайте выводы.

Исследование трофической структуры мезофауны по градиенту загрязнения выхлопами автотранспорта

Установлено, что при увеличении антропогенной нагрузки структура биогеоценоза упрощается за счет «выпадения» некоторых видов (Степанов А.М. и др, 1992). В этой связи интересно проанализировать трофическую структуру беспозвоночных по градиенту загрязнения.

Оборудование: металлическая или деревянная рама 0,5х0,5 $м^2$ (можно взять 4 деревянных колышка и натянуть между ними веревку нужной длины); определители беспозвоночных, блокноты, карандаши, лопаты, газеты, полиэтиленовая пленка, перчатки.

Ход работы.

1. Сделайте описание места исследования.
2. На выбранном участке поместите раму и уберите внутри нее растительность.
3. Срежьте дернину на 5 см, переверните и положите на газеты или полиэтилен.
4. Выберите всех животных и подсчитайте их количество.
5. Определите по таблице 3.10. принадлежность почвенных животных к какой-либо трофической группе: хищников, фитофагов и сапрофагов. В Приложении изображены некоторые почвенные насекомые.

Таблица 3.10.

Хищники	Фитофаги	Сапрофаги
Многоножки: губоногие	Многоножки: пауроподовые	Дождевые черви
Личинки Cantharidae, Tabanidae, Empididae, Dolichopodidae	Слизни	Мокрицы
Жужулицы (Carabidae)	Улитки	Многоножки: симфиллы, кивсяки, сколопендры
Короткокрылые жуки (Staphylinidae)	Ногохвостки	Личинки Phoridae
Карапузики (Histeridae)	Личинки щелкунов (Agriotes) (проволочники)	Нематоды (Rhabditis, Diplogaster, Cheilobus)
Водолюбы (Hydrophilidae)	Личинки пластинчатоусых жуков (Melolontha)	Клещи (Oribatidae, Acaridiae, Uropodinae)
Нематоды (Monhystera, Mononchus, Tripyla)	Личинки длинноусых жуков (Tipulidae, Bibionidae, Sciaridae)	

Клещи(Arctoseius, Dendrolaelaps, Alliphis, Hypoaspis, Rhodacarus, Rhodacarellus, Parasitus, Pergamasus, Gamasellus, Macrocheles, Veigaia, Asca, Zercon, Typhlodromus, Pachylaelaps)	Личинки мух (Anthomyidae)	
	Гусеницы бабочек (Noctuidae, Hepialidae)	
	Личинки пилильщиков (Tenthredinidae)	
	Личинки долгоносиков (Otiorrhynchus)	

6. Снимайте слои почвы до глубины 25 см и повторяйте процедуры 4 и 5. Все данные занесите в таблицу 3.11.

Таблица 3.11.

Участок	Количество животных	Хищники, %	Фитофаги, %	Сапрофаги, %
Обочина у дороги				
50 м от дороги				
100 м от дороги				
Во дворе				

7. Постройте диаграмму встречаемости представителей разных трофических групп на различных участках.
8. Сделайте выводы о влиянии транспортных выбросов на трофическую структуру мезофауны.

Определение свинца в соке растений

Основным источником загрязнения окружающей среды свинцом является автомобильный транспорт: вместе с выхлопными газами автомобиля свинец, образующийся при сгорании этилированного бензина, попадает в атмосферу. В зависимости от интенсивности движения опасная

зона вдоль автомагистралей может простираться от 10 до 500м. В пределах этой зоны наблюдается повышенное содержание свинца в объектах окружающей среды, например, в растениях.

Оборудование и реактивы: этиловый спирт, вода, пробы растений, раствор сульфида натрия, водяная баня, ступки с пестиками, пробирки.
Ход работы.

1. Соберите около 100г растительной пробы на расстоянии 2, 10, 50, 100м от оживленной дороги.
2. Растения измельчите, добавьте 50мл смеси этилового спирта и воды и кипятите или упаривайте экстракт, чтобы свинец перешел в раствор.
3. В изучаемые экстракты по каплям добавьте раствор сульфида натрия, в результате чего выпадет черный осадок сульфида свинца разной интенсивности.
4. Сделайте выводы.

Геоботаническая индикация почв (фитоиндикация)

Растения могут служить чуткими индикаторами, рассказывающими исследователю о различных почвенных условиях данной местности. И это понятно, т.к. в ходе эволюции различные виды растений приспособились к определенным условиям обитания. Известный геоботаник Л.Г. Раменский отмечал, что "единственным прямым и достоверным оценщиком экологических условий является сама растительность". Растительные сообщества реагируют на широкий спектр экологических факторов, и в первую очередь это факторы эдафические (увлажнение, трофность, засоление, кислотность, уровень грунтовых вод), а также климатические (температурный режим, тип климата) и геологические (подстилающие породы, полезные ископаемые). Методы исследования состояния почв, основанные на изучении произрастающих на них фитоценозов (растительных сообществ), называются методами геоботанической индикации, или фитоиндикации.

Методы фитоиндикации позволяют оценить кислотность почвы, а также степень увлажнения и богатство почв исследуемых территорий. С помощью фитоиндикации могут быть обнаружены и нанесены на карту зоны загрязнения почв, участки с превышением допустимых норм рекреационной и пастбищной нагрузки. Преимущества методов фитоиндикации состоят в относительно быстром получении интересующей нас информации, а также в том, что растительное сообщество дает комплексную оценку условий обитания, учитывающую их изменения в течение нескольких лет. Кроме того, методы фитоиндикации позволяют получать информацию без выполнения каких-

либо химических анализов, что делает их очень полезными при выполнении работ школьниками и студентами.

В качестве индикаторов особенно пригодны виды с узкой экологической амплитудой, приуроченные к определенному сочетанию условий.

Различают индикаторы положительные и отрицательные. Первые указывают на ту или иную особенность среды (например, обилие гигрофитов означает избыточное увлажнение почвы), вторые исключают определенные условия в данном местообитании, поскольку не переносят или избегают их (так, произрастание растений-гликофитов исключает высокую концентрацию солей в почвенном растворе)

Индикаторными признаками, указывающими на определенные условия, могут служить различные признаки целых растительных сообществ и отдельных растений. К ним относятся видовой состав, наличие или отсутствие видов-индикаторов или экологических групп, их обилие, внешний вид растения, его морфологические и анатомические особенности – форма роста, ветвления, необычная окраска или форма цветков, листьев и т.д., а также химический состав, интенсивность различных физиологических процессов, например, уровень транспирации при разном водном режиме почвы.

Ниже даются примеры фитоиндикации наиболее важных характеристик почвенно-грунтовых условий.

1. Растения - индикаторы плодородия почв

Оценить плодородие почв можно, пользуясь следующей таблицей 3.12.:

Таблица 3.12.

Плодородие почв	Растений-индикаторы
Высокое	малина, крапива, иван-чай, таволга, сныть, чистотел, копытень, кислица, валериана, чина луговая, костер безостый
Умеренное (среднее)	майник двулистный. медуница, дудник, грушанка, гравилат речной, овсяница луговая, купальница, вероника длиннолистная
Низкое	сфагновые торфяные мхи, наземные лишайники, кошачья лапка, брусника, клюква, белоус, ситник нитевидный, душистый колосок

Безразличны к почвенному плодородию: лютик едкий, пастушья сумка, мятлик луговой, черноголовка, ежа сборная. Малотребовательна к почвенному плодородию сосна обыкновенная.

Кроме общего понятия «плодородие почвы», можно выяснить обеспеченность почвы определенными элементами.

Например, о высоком содержании азота свидетельствуют растения-нитрофилы - иван-чай, малина, крапива; на лугах и пашне - разрастания пырея, гусиной лапчатки, спорыша (горца птичьего). На обилие доступного азота указывает пышное развитие листьев и их темно-зеленый цвет.

Наоборот, недостаток азота проявляется бледно-зеленой окраской растения, уменьшением ветвистости и числа листьев.

Высокую обеспеченность кальцием показывают кальциефилы: многие бобовые (например, люцерна серповидная), лиственница сибирская.

При недостатке кальция господствуют кальциефобы - растения кислых почв: белоус, щучка (луговик дернистый), щавелек, сфагнум и др. Эти растения устойчивы к вредному действию ионов железа, марганца, алюминия.

2. Растения – индикаторы водного режима почв

Индикаторами разного водного режима почв являются растения-гигрофиты, мезофиты, ксерофиты.

Влаголюбивые растения (гигрофиты) - обитатели влажных, иногда заболоченных почв: голубика, багульник, морошка, селезеночник очереднолистный, белозор, калужница, герань луговая, камыш лесной, сабельник болотный, таволга вязолистная, горец змеиный, мята полевая, чистец болотный.

Растения достаточно обеспеченных влагой мест, но не сырых и не заболоченных - мезофиты. Это большая часть луговых трав: тимофеевка, лисохвост луговой, пырей ползучий, ежа сборная, клевер луговой, горошек мышиный, чина луговая, василек фригийский. В лесу это брусника, костяника, копытень, золотая розга, плауны.

Растения сухих местообитаний (ксерофиты): кошачья лапка, ястребинка волосистая, очитки (едкий, пурпурный, большой), ковыль перистый, толокнянка, полевица белая, наземные лишайники.

3. Растения - индикаторы глубины залегания грунтовых вод

Установление показателей глубины залегания грунтовых вод имеет значение для уточнения свойств почв и для выработки рекомендаций по их мелиорации. Для индикации глубины залегания грунтовых вод можно использовать группы видов травянистых растений (индикаторные группы). Для луговых почв выделяется 5 групп индикаторных видов (табл.3.13)

Таблица 3.13.

Индикаторные группы растений - указатели
глубины грунтовых вод на лугах

Индикаторная группа	Глубина грунтовых вод
1. Костер безостый, клевер луговой, подорожник большой, пыреи ползучий	Более 150 см
2. Полевица белая, овсяница луговая горошек мышиный, чина луговая	100 – 150см
3. Таволга вязолистная, канареечник	50 – 100см
4. Осока лисья, осока острая, вейник Лангсдорфа	10 – 50см
5. Осока дернистая, осока пузырчатая	0 – 10см

Помимо названных групп растений, есть переходные виды, которые могут выполнять индикаторные функции, например, мятлик луговой может быть включен как в первую, так и во вторую группы. Он указывает залегание воды на глубине от 100 до более 150 см. Хвощ болотный - от 10 до 100 см и калужница болотная - от 0 до 50 см.

В качестве биоиндикатора может быть использован и один вид, если этот вид имеет массовое развитие в конкретном местообитании.

Глубину почвенно-грунтовых вод в лесных экосистемах и характер увлажнения почв можно определить по табл. 3.14.

Таблица 3.14.

Растения индикаторы глубины залегания грунтовых вод
и характера увлажнения почв (по С. В. Викторову и др., 1988)

Индикаторы		Глубина грунтовых вод (м)
Тип леса	Группы растений	
1. Ельник-кисличник	Кислица заячья, седмичник европейский, майник двулистный	3-5
2. Ельник-черничник	Черника, кислица заячья, зеленые мхи	1-3
3. Ельники-долгомошники	Черника, багульник, мох политрихум	до 1 м
4. Ельники сфагновые	Багульник, андромеда, кассандра, сфагновые мхи	0-0,5
5. Ельники дубовые	Ясменник душистый, медуница неясная, звездчатка ланцетовидная, зеленчук	5-10
6. Сосново-ельник-	Кислица заячья,	3-5

кисличник	папоротники, зеленые мхи	
7. Сосново-ельник-черничник	Черника, брусника, кислица, папоротники, зеленые мхи	3-5
8. Сосняк лишайниковый	Кошачья лапка, ястребинка волосистая, кладонии	более 10
9. Сосняк брусничный	Брусника, зеленые мхи	3-5
10. Сосняк-черничник	Черника, кислица, зеленые мхи	до 2 м
11. Сосняк орляковый	Орляк, кислица, майник двулистный	1-3
12. Сосняк долгомошный	Голубика, черника, мох политрихум	0,5-1
13. Сосняк сфагновый	Багульник, кассандра, сфагнум	0-0.2

4. Растения – индикаторы кислотности почв

Кислотность - одно из характерных свойств почвы лесной зоны. Повышенная кислотность отрицательно сказывается на росте и развитии ряда видов растений. Это происходит из-за появления в кислых почвах вредных для растений веществ, например растворимого алюминия или избытка марганца. Они нарушают углеводный и белковый обмен в растениях, задерживают образование генеративных органов и приводят к нарушению семенного размножения, а иногда вызывают гибель растений.

Повышенная кислотность почв подавляет жизнедеятельность почвенных бактерий, участвующих в разложении органики и высвобождении питательных веществ, необходимых растениям.

В лабораторных условиях кислотность почв можно определить с помощью универсальной индикаторной бумаги, набора Алямовского, pH-метра, а в полевых условиях - при помощи растений-индикаторов. В процессе эволюции сформировались три группы растений: ацидофилы - растения кислых почв, нейтрофилы - обитатели нейтральных почв, базифилы растут на щелочных почвах. Зная растения каждой группы, в полевых условиях можно приблизительно определить кислотность почвы (табл.3.15).

Таблица 3.15.

Растения индикаторы кислотности почв

(по Л. Г. Раменскому и др., 1956)□Группа	Биоиндикатор	pH почвы
1. Ацидофилы 1.1. Крайние ацидофилы	Сфагнум, зеленые мхи: гилокоми- ум, дикранум,	3,0—4,5

1.2.Умеренные ацидофилы	плаун булавовидный, плаун годичный, плаун сплюснутый, ожика волосистая, пушица влагалищная, подбел многолистный. кошачьи лапки, кассандра, цетрария, белоус, щучка дернистая, хвощ полевой, щавелек малый. Черника, брусника, багульник, калужница болотная, сушеница, лютик ядовитый, толокнянка, седмичник европейский, белозор болотный, фиалка собачья, сердечник луговой, вейник наземный.	4,5—6.0
1.3. Слабые ацидофилы	Папортник мужской, ветреница лютиковая, медуница неясная, зеленчук, колокольчик крапиволистный, колокольчик широколистный, бор развесистый, осока волосистая, осока ранняя, малина, смородина черная, вероника длиннолистная, горец змеиный, орляк, иван-да-марья, кисличка заячья.	5,0—6,7
1.4. Ацидофильно-нейтральные	Зеленые мхи: гилокомиум, плеврозиум, ива козья	4.5—7.0
2. Нейтрофильные 2.1.0кололинейные	Сныть европейская, клубника зеленая, лисохвост луговой, клевер горный, клевер луговой, мыльнянка лекарственная, аистник цикутный, борщевик сибирский, цикорий, мятлик луговой.	6,0—7.3
2.2. Нейтрально-базифильные	Мать-и-мачеха, пупавка красильная, люцерна серповидная, келерия, осока мохнатая, лядвенец рогатый, гусиная лапка.	6.7—7.8
3. Базифильные	Бузина сибирская, вяз шершавый, бересклет бородавчатый.	7.8—9,0

5. Биодиагностика почвенных микро- и макроэлементов

В результате глобального и регионального антропогенного загрязнения из воздуха и воды, а также при сбросе и захоронении отходов в почву попадают повышенные количества соединений, содержащие катионы металлов, что приводит к увеличению их поступления в организм растений и накоплению в органах и тканях. Повышенное количество микроэлементов и соединений тяжелых металлов вызывает нарушения метаболизма в тканях растений и обусловливает соответствующие признаки избыточного содержания. Полевые исследования дикорастущих форм могут выявить избыток того или иного элемента в почве.

Признаки избыточного содержания химических элементов в почве

Цинк - обесцвечивание и отмирание ткани листьев, молодые листья желтеют, верхушечные почки отмирают, более старые листья могут опадать без увядания, жилки окрашиваются в красный или черный цвет (на ранних стадиях повреждение сходно с недостатком железа). Первые признаки появляются на молодых растениях, при этом поражается все растение.

Медь - хлороз молодых листьев, жилки остаются зелеными.

Марганец - первые признаки появляются на молодых растениях, поражение местное. Ткань некротическая. Хлороз развивается между жилками молодых листьев, превращая их в желтые или беловатые с темно-коричневыми или почти белыми некротическими пятнами, лист искривляется и сморщивается (в этом основное отличие от голодания).

Железо - ткань не некротическая: хлороз развивается между жилками молодых листьев, жилки остаются зелеными, позднее весь лист становится желтым или беловатым, что сходно с голоданием.

Кобальт - у некоторых растений вдоль основных зеленых жилок листа появляются прозрачные, наполненные водой участки; между жилками развивается также некроз: позднее листья становятся коричневыми и опадают.

Фосфор - первые признаки проявляются на взрослых растениях, повреждается все растение. Ткань некротическая, общее пожелтение листьев; желтоватые или коричневые концы и края более старых листьев: появление ярких некротических пятен; опадение листьев, у некоторых растений сходное с калийным голоданием, у других - с избытком азота.

Магний - листья слегка темнеют и немного уменьшаются; иногда наблюдается свертывание и сморщивание молодых листьев, на поздних стадиях роста концы их втянуты и отмирают.

Калий - ткань не некротическая: на ранних стадиях слабый рост растений, удлинение междоузлий, светло-зеленая окраска листьев; на поздних стадиях рост замедляется, у листьев появляются пятна, листья вянут и опадают.

Сера - общее огрубление растений, листья маленькие, тускло-зеленые, стебли твердые, позднее листья могут скручиваться внутрь и покрываться наростами, края их становятся коричневыми, затем бледно-желтыми.

Хлор - общее огрубление растений, листья маленькие, тускло-зеленые, стебли твердые, у некоторых растений на более старых листьях появляются пурпурно-коричневые пятна, после чего листья опадают.

Азот аммонийный или нитратный - повреждение местное. Ткань некротическая: хлороз развивается на краях листьев и распространяется между жилками, появляется коричневый некроз, и концы листьев свертываются, затем листья опадают (повреждение у многих растений сходно с голоданием).

Кальций - хлороз развивается между жилками с беловатыми и некротическими пятнами, которые могут быть окрашенными или иметь наполненные водой концентрические кольца; у некоторых растений происходит рост листовых розеток, отмирание побегов и опадение листьев (повреждения сходны с таковыми при недостатке магния и железа).

Бор - хлороз концов и краев листьев, который распространяется внутрь особенно между жилками, пока весь лист не становится бледно-желтым или беловатым; ожоги краев листьев и некроз с закручиванием краев, опадение листьев.

Экологическая оценка состояния лугов по растительному покрову

Травяная растительность обладает более поверхностной корневой системой по сравнению с древесными породами и поэтому особенно чутко реагирует на изменение физико-химических и биологических свойств верхнего горизонта почв, подстилки.

Для оценки состояния лугов можно использовать следующие количественные признаки: изменение флористического состава, общего проективного покрытия, ценотической значимости видов.

Оборудование: металлическая или деревянная рама 0,5х0,5 $м^2$ или 1х1$м^2$ (можно взять 4 деревянных колышка и натянуть между ними веревку нужной длины); определители растений, блокноты, карандаши.

Ход работы.

1. Выберите место исследования.
2. Сделайте описание места исследования, которое должно включать:
   - географическую привязку к местности;
   - характеристику экологических условий – характер положения в рельефе (склон, его экспозиция, крутизна, равнина, межгорная лощина и т.п.);

- тип почвы (используйте «мокрый» или «сухой» методы, либо литературные данные);
- если территория подвержена хозяйственному использованию человеком, нужно обязательно дать характеристику этого влияния по заметным результатам или опросу населения.

3. Оцените общее проективное покрытие методом квадрата.

Квадрат помещают на поверхность почвы и определяют общее проективное покрытие растительности – покрытие растениями поверхности почвы, выраженное в процентах. Если травостой очень густой, то общее проективное покрытие может быть более 100%, так как происходит перекрытие высокими растениями. Эту процедуру повторяют несколько раз, пока не будет охвачена достаточно большая площадь участка, и рассчитывают среднее значение.

4. Поместите квадрат на выбранном участке и определите видовой состав растений, оказавшихся внутри квадрата.
5. Сделайте количественную оценку представленности видов по шести балльной шкале:

+ - 1-2 экземпляра растения на пробной площадке;
1 балл – покрытие растением поверхности почвы не более 5%;
2 балла - покрытие растением поверхности почвы от 6 до 15%;
3 балла - покрытие растением поверхности почвы от 16 до 25%;
4 балла - покрытие растением поверхности почвы от 26 до 50%;
5 баллов - покрытие растением поверхности почвы более 50%.

Чтобы снизить ошибку оценки глазомерного учета, используют следующий прием. Вначале оценивают общее покрытие почвы растениями, далее делят это покрытие между хорошо различающимися на глаз группами: злаками, разнотравьем, бобовыми, мхами и т.д. А уже потом в пределах каждой группы, скажем злаков, покрытие которых составило 40%, разбрасывают его между отдельными видами и переводят в баллы.

6. Определите доминанты (виды, преобладающие по численности), субдоминанты, второстепенные, редкие и малочисленные виды.
7. Соберите и составьте справочный гербарий.
8. Сделайте выводы о состоянии луга.

Определение жизненного состояния леса (охраняемого, парка в городе и т.д.) и прогнозирование его дальнейшего развития

Оборудование: определители растений, блокноты, карандаши, сантиметр.
Ход работы.

1. Выберите место исследования.
2. Сделайте описание места исследования, которое должно включать:

- географическую привязку к местности;
- характеристику экологических условий – характер положения в рельефе (склон, его экспозиция, крутизна, равнина, межгорная лощина и т.п.);
- тип почвы (используйте «мокрый» или «сухой» методы, либо литературные данные);
- толщину опада, см;
- если территория подвержена хозяйственному использованию человеком, нужно обязательно дать характеристику этого влияния по заметным результатам или опросу населения.

3. Определите полноту древостоя (покрытие крон). В самом густом лесу она составляет 70-80%, ее принято выражать в долях единицы, т.е. полнота будет записана как 0,7-0,8, а в разреженных лесах полнота может падать до 0,2-0,3.
4. Запишите формулу древостоя. Для этого весь древостой принимается за 10, и в долях от десяти записывают формулу древостоя. Например, формула 5Ос 5Б означает, что половина деревьев представлена осинами, а другая половина – березами. Если формула 5К 3Д 2Л, то это означает, что на 5 кленов в среднем приходится 3 дуба и 2 липы. Если имеется порода, участие которой менее 10%, то ее присоединяют к формуле через знак «+». Например, формула 7Е 3П+Б означает, что на 7 елей приходится 3 пихты, а также имеется незначительная примесь березы.
5. Опишите первый ярус - среднюю высоту и средний диаметр деревьев первой величины.
6. Опишите видовой состав второго яруса (подлеска) и его среднюю высоту.
7. Сделайте описание третьего (травяного) яруса – общее проективное покрытие, видовой состав, выделите доминанты.
8. Выделите эдификаторы и ассектаторы.

Эдификаторы – виды, в значительной степени создающие среду сообщества за счет своей жизнедеятельности. Большая продолжительность жизни, мощная крона, затенение, химическое действие опада, перехват в почве усвояемого азота и влаги за счет мощных корневых систем – вот механизмы средообразующего воздействия таких эдификаторов как ель, сосна, дуб.

Ассектаторы (соучастники) **–** это виды, в силу своих размеров, массы, особенностей жизненного цикла сравнительно мало влияющие на другие виды и среду.

9. Оцените тропинки по степени уплотнения почвы и по физиономическим признакам (по Смаглюк и др.,1983):

1 категория - тропинки хорошо заметные, на всем их протяжении имеется изреженный травяной покров из видов, характерных для данного типа

леса, подстилка уплотнена, участков с обнажением минерального слоя почвы нет (приминание).
2 категория - тропинки, на которых травяной покров встречается спорадически, подстилка измельчена, на отдельных участках обнажен минеральный слой уплотненной почвы (вытаптывание).
3 категория - тропинки, на которых полностью отсутствует травяной покров и подстилка, на всем их протяжении обнажен минеральный слой сильно уплотненной почвы (выбивание).

10. Определите стадию дигрессии лесного сообщества.

Классификация А.И.Тарасова (1986) включает 5 стадий и выглядит следующим образом:
1 - ненарушенная подстилка, видовой состав полностью свойственный изучаемому типу леса, повреждение не более 5% подроста и подлеска;
2 - появившиеся тропинки занимают не более 8% площади;
3 - тропинки занимают около 17% площади, наблюдается изреживание древостоя до 10% и появление луговых трав;
4 - вытаптывание 40% площади участка леса, изреживание древостоя до 50%, задернение площади;
5 - вытоптано до 70% площади леса, сохраняются отдельные больные деревья. При 4-5 стадиях лес уже не способен к восстановлению (в этом случае дигрессия переходит в деградацию).

11. Определите степень рекреационной нагрузки на природный комплекс (по Н.Д.Никитин и Ю.В.Новиков, 1986):

Безопасная нагрузка - та, при которой в природном комплексе не происходит необратимых изменений. Воздействие таких нагрузок приводит природный комплекс ко II стадии дигрессии. Нагрузку, соответствующую II стадии, условно называют “низкой”, т.к. природный комплекс способен выдержать большую нагрузку, не теряя при этом восстановительной силы.

Предельно допустимая рекреационная нагрузка приводит природный комплекс к III стадии дигрессии.

Опасной считается нагрузка, если природный комплекс переходит с III в IV стадию дигрессии, т.е. “перешагивает” границу устойчивости, рекреационные нагрузки считаются опасными.

Критические нагрузки соответствуют IV стадии дигрессии фитоценоза.

Катастрофические нагрузки приводят природный комплекс к V стадии дигрессии, при которой нарушаются связи, как между природными компонентами, так и между их составными частями.

12. Сделайте выводы о жизненном состоянии леса и составьте прогноз его дальнейшего развития.

Тема 4. МОНИТОРИНГ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ ЧЕЛОВЕКА

Возрастающие темпы изменения среды приводят к нарушению взаимосвязи между ней и человеком, снижению адаптационных возможностей организма. Среда обитания может содержать такие вещества, с которыми организм человека в ходе эволюции не сталкивался и поэтому не имеет соответствующих анализаторных систем, сигнализирующих об их наличии. Научиться прогнозировать и предупреждать некоторые негативные последствия таких изменений помогут предлагаемые лабораторные работы.

Изучение индивидуальных различий в восприятии наркотических веществ на примере кофеина

(по Голубкина, Шамина,2003)

Среди наркотических веществ (седативных, стимуляторов и галлюциногенов), пожалуй, самым распространенным среди населения мира, пожалуй, самым распространенным является кофеин. Принято считать, что кофе повышает давление, стимулирует умственную деятельность, положительно влияет на работоспособность. Вот почему во многих зарубежных фирмах кофе сотрудникам предоставляется бесплатно практически в любое время рабочего дня. Привычка потребления кофе, как и любого наркотического вещества, столь сильна, что отказ от кофе требует огромных усилий, хотя «кофеманы» и знают, что потребление кофе вредно для желудка и ухудшает работу сердца.

Однако мало кто обращает внимание на то, что все наркотики, начиная с кофе и заканчивая героином, действуют чрезвычайно индивидуально. Недаром медики подбирают дозы седативных лекарств для каждого пациента индивидуально, понимая, что написанная на упаковке доза является лишь ориентировочной. Важно помнить, что одна и та же доза наркотика (например, героина или гашиша, никотина, водки или кофеина) может вызывать «кайф» у одного и быть смертельной для другого.

На людей разных рас наркотические вещества действуют по-разному. Менее чувствительные к алкоголю европейцы быстрее погибают от морфина, героина и быстро наращивают дозы; у них развиваются грубые психические и физические изменения, теряется связь с реальностью. Представители желтой расы по сравнению с европейцами, устойчивее к действию опия, зато патологически реагируют на алкогольное опьянение и спиваются значительно быстрее. У представителей черной расы опийные препараты вызывают не седативный,

как у европейцев и азиатов, а возбуждающий эффект. У белых седативный эффект быстрее проходит и возникает эффект агрессии.

Даже «безопасное» для новичка количество наркотика при первом приеме может дать непредсказуемую реакцию и оказаться трагическим. Для доказательства индивидуальной восприимчивости к наркотикам предлагается проверить различия в эффекте действия кофеина (чашечки крепкого кофе) на изменение артериального давления.

Ход работы.

1. Обследуемых должно быть не менее 10 человек (желательно по 10 человек юношей и девушек), среди которых могут быть лица, принимавшие ранее наркотические вещества, никогда не пившие кофе, являющиеся курильщиками или некурящими, постоянно пьющие кофе. В каждом обследовании отметьте все эти подробности, а также укажите пол обследуемого.
2. Измерьте артериальное давление у всех обследуемых до приема кофе и далее после чашки крепкого кофе: через 3—5, 10, 15 и 20 мин. Для каждого обследуемого постройте кривую изменения систолического (верхнего) и диастолического (нижнего) давления в результате приема кофеина. Выделите случаи, когда прием кофе снижает или вовсе не изменяет величину артериального давления, когда артериальное давление после приема кофе длительное время не изменяется и когда происходят быстрые изменения систолического и диастолического давления у обследуемых. Определите средние показатели уровня систолического и диастолического давления среди юношей и девушек и величину стандартных отклонений от среднего.
3. Результаты исследования занесите в таблицу 4.1:

Таблица 4.1.

№	Ф.,И.,0.	Пол	Курит	Часто пьет кофе	Артериальное давление				
					до приема кофе, С/Д	после приема кофе, С/Д через			
						3-5 мин	10 мин	15 мин	20 мин
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Среднее M±SD									

Примечание: столбцы 4—5 заполняют, используя знаки «+» или «-». В столбцах 7—9 указывается абсолютное значение и % от исходного давления.

4. Проведите математическую обработку полученных данных.

а). Определите М – среднее арифметическое полученных значений.

б). Определите SD – стандартные отклонения от значения по формуле:

$$SD = \Sigma\Delta / n,$$

где Δ — абсолютные значения отклонений индивидуальных значений от среднего; n — число обследованных.

Пример расчета (M±SD) для 10 человек (таб. 4.2).

Таблица 4.2.

Порядковый номер обследуемых	Давление систолическое	Δ, абсолютные отклонения от среднего
1	120	12
2	90	18
3	100	8
4	130	22
5	95	13
6	125	17
7	105	3
8	90	18
9	120	12
10	100	9
M=(120+90+100+130+95+125+105+95+120+100): 10 = 108		SD=(12+18+8+22+13+17+3 +-+18+12+9) :10 =13,2

(M±SD) = 108±13,2.

5. Сделайте выводы, в которых должно быть отражено:

1) каков процент лиц среди юношей и девушек, у которых прием кофе не повышает артериальное давление;

2) на кого из обследуемых прием кофе производит наибольший эффект;

3) кому из обследованных прием кофе можно рекомендовать в качестве успокаивающего и снотворного средства.

Изучение шумового загрязнения

(по Голубкина, Шамина, 2003)

Значительную роль в жизни человека, особенно в крупных городах, играет шум. Высокий уровень шума способствует повышению числа психозов, неврозов, болезней органов кровообращения, гастритов, язвенной болезни желудка и обмена веществ.

В среднем 30—40 % городского населения России подвергаются вредному воздействию городских шумов, основным источником которых является автотранспорт. В крупных городах России, в частности в Москве,

эквивалентные уровни шума на магистралях достигают 78—85 дБ, на жилых территориях — 66—72 дБ, в жилых помещениях – 55-63 дБ и выше. В соответствии с принятыми санитарными нормами допустимый шум в жилых помещениях не должен быть более 30 дБ в ночное время и 40 дБ в дневное время.

Шум автотранспортного потока зависит от шума, создаваемого одиночным автомобилем, состава автотранспортного потока (автомобилей различного типа в потоке), интенсивности движения автомобилей, режима движения автомобилей (скорость, ускорение, замедление, равномерное движение), технического состояния автомобилей, характера и состояния дорожного покрытия, рельефа местности, атмосферных условий.

Пути снижения шума:

— оптимизация работы двигателя и модернизация двигателя;
— применение вибропоглощающих слоистых материалов типа «металл — пластик — металл»;
— создание барьеров, которые не должны иметь просветов и отверстий;
— удаление жилых зданий от магистралей;
— применение зеленых насаждений;
— рациональное расположение домов, спальных комнат в квартирах;
— применение перекрытий, стен и окон с хорошей звукоизоляцией.

Из-за большого количества переменных для системных количественных оценок уровня шума, генерируемых автотранспортными средствами, применяют два основных метода испытаний: оценка шума одиночного автомобиля и измерение шума автотранспортного потока.

Оборудование: шумомер, рабочие тетради.

Ход работы.

1. Выберите места измерения уровня шума вне учебного заведения (улицы, перекрестки, скверы, детские площадки и т.п.) и внутри здания. Выбранные пункты занесите в таблицу.
2. Измерьте величину шума в децибелах (дБ) в выбранных пунктах.
3. Проведите сравнение уровня зарегистрированного шума с предельно допустимыми значениями.
4. Полученные результаты занесите в таблицу 4.3.

Таблица 4.3.

№	Характеристика обследуемой территории	Уровень шума, дБ	Предельно допустимый уровень шума, дБ	Доля от предельно допустимого уровня шума
Среднее для улицы				

Среднее для помещения				

5. В выводах сделайте оценку степени шумового загрязнения учебных помещений, столовой, улицы, скверов и дайте рекомендации по снижению интенсивности шума.

Оценка фитонцидной активности растений в опытах с бактериями, простейшими и насекомыми

(по Федорова, Никольская, 2001)

Фитонциды – это продуцируемые растениями бактерицидные, фунгицидные и протистоцидные вещества, являющиеся одним из факторов иммунитета растений, играющие определенную роль во взаимоотношениях организмов в биогеоценозах (Б.П.Токин, 1985). Это явление свойственно всему растительному миру.

С древности люди использовали фитонцидные свойства растений и их частей для очистки воздуха помещений от бактерий и насекомых (разбрасывание пихтовой лапки, развешивание веток березы, раскладывание полыни против блох, натирание открытых частей тела соком пижмы от комаров и др.). Всем известны способы хранения свежего мяса, выпотрошенной рыбы: обертывание тканью, смоченной в кашице чеснока и лука, обертывание листьями крапивы, лопуха, черемши, которые используются как антисептики. Широко применяются вдыхание паров эвкалипта, пихтовой смолы, полоскание горла вытяжками их почек сосны, березы и др.

В данной работе предлагаются методы оценки фитонцидной активности растений по их влиянию на простейших и насекомых.

Оборудование и материалы: микроскоп, предметные и покровные стекла, часовые стекла или предметные с выемкой, пипетки, стаканчики на 100 мл, маленькие ступки с пестиками, свежие листья растений (тополя бальзамического, черемухи, хвойных), сухие листья эвкалипта, календулы, полыни, чабреца, почки сосны для приготовления вытяжек, сенной настой или вытяжка из плодородной почвы, насекомые.

Ход работы.

Проба с простейшими

Способ 1.

1. Приготовьте культуру микроорганизмов (см. Приложение).
2. Приготовьте кашицу или вытяжку из исследуемого материала (см. Приложение).

3. Висячую каплю культуры простейших поместите над часовым стеклом с кашицей или вытяжкой исследуемого материала, чтобы они не соприкасались.
4. Наблюдая в микроскоп отметьте по секундомеру время прекращения движения простейших.
5. Фитонцидную активность, выраженную в единицах, рассчитайте по формуле:

$$A = 100 / T, \text{ где}$$

A – фитонцидная активность, T – время.

6. Укажите картину гибели простейших под влиянием фитонцидов разных растений. Это может быть растворение (лизис), образование вздутий и пузырей, сморщивание, просто прекращение движения и т.д.
7. Сделайте выводы о фитонцидной активности разных растений.

Способ 2.

1. Приготовьте культуру микроорганизмов (см. Приложение).
2. Под стеклянный колпак или в полиэтиленовый пакет поместите в чашке Петри культуру простейших (чашка должна быть открыта) и комнатное растение (например, герань) или свежие ветки сосны, пихты.
3. Отметьте по секундомеру время прекращения движения простейших.
4. Рассчитайте фитонцидную активность и сделайте выводы.

Проба с насекомыми (обнаружение инсектецидных свойств высших растений)

1. Приготовьте кашицу из растертых листьев растений или мелко нарезанную хвою (5-7г).
2. В пробирки, на дне которых находится кашица растений, поместите муравьев, комнатных мух, плодовую мушку дрозофилу и по скорости их гибели оцените фитонцидную активность того или иного растения.

Летающих насекомых ловят взмахами сачка (движение в виде восьмерки) в воздухе, по траве, кустам. Муравьев ловят в бутылку, на дне которой помещено немного сахарного сиропа. Плодовые мушки прекрасно размножаются на давленных сладких фруктах (особенно винограде).

Сравнительное определение фитонцидной активности комнатных растений

(по Андреева Н.Д., Наумова Н.Н. и др., 2000г.)

Для оздоровления воздушной среды применяются комнатные цветковые растения, многие из которых обладают высокой фитонцидной активностью. Это различные виды бегонии, пеларгонии, хлорофитум, колеус.

Оборудование: чашки Петри, мясо-пептонный агар (способ приготовления см. в Приложении 1), резиновые кольца (диаметр – 1,6 см, высота – 0,5 см), комнатные растения: бегонии, пеларгонии, хлорофитум, колеусы.
Ход работы:

1. В центр чашки Петри положите стерильное резиновое кольцо.
2. Разогрейте питательную среду до +40'С. Налейте ее в чашки Петри, равномерно распределяя по дну вокруг резинового кольца, и дайте возможность застыть.
3. Проведите посев микроорганизмов в определенном месте учебной аудитории методом осаждения, оставляя чашки Петри открытыми в течение 3 мин.
4. Повторите эксперимент еще 2 раза. Всего получится 15 чашек Петри.
5. Внесите в кольцо чашки Петри кусочки органов разных видов растений (листьев, цветков). 3 чашки Петри оставьте без растений в качестве контрольных.
6. Тщательно промаркируйте чашки Петри.
7. Поставьте чашки Петри после посева в термостат (+27'С) на трое суток.
8. Подсчитайте количество микроорганизмов в каждой чашке Петри, учитывая, что одна бактериальная клетка в благоприятных условиях дает начало одной колонии.
9. Определите, микроорганизмы каких таксонов (бактерии, актиномицеты, плесневые грибы) преобладают в пробах.
10. Сравните количество микроорганизмов в опытных чашках Петри и контрольных чашках. Сделайте выводы о влиянии растений на бактериальное загрязнение воздуха.
11. Сравните количество микроорганизмов в чашках Петри с кусочками комнатных растений разных родов (бегония, хлорофитум, пеларгония, колеус).
12. Результаты исследований занесите в таблицу 4.4.

Таблица 4.4.

Оценка фитонцидной активности комнатных растений

Растение	Количество микроорганизмов в 1 $м^3$ воздуха
Пеларгония	

Хлорофитум	
Колеус	
Бегония	
Контроль	

13. Используя таблицу, сравните фитонцидную активность исследуемых растений.

14. Сделайте вывод о влиянии комнатных растений на бактериальное загрязнение учебных помещений.

Влияние сотовых телефонов на семена высших растений

Сотовый телефон является специфическим источником электромагнитных излучений, действие которого имеет локальный характер. Наибольшие уровни потока регистрируются в непосредственной близости от телефона (на расстоянии 5 см) и составляют, в зависимости от типа телефона, в системе МТ-450 316-1000 мкВт/см^2 и в системе М-900 20-159 мкВт/см^2 (по данным Украинского научного гигиенического центра). Согласно требованиям Госсанэпиднадзора («Временные допустимые уровни воздействия ЭМИ, создаваемые системами сотовой радиосвязи») допустимый уровень облучения пользователя сотового телефона не должен превышать 100 мкВт/см^2. Реально зафиксированные уровни излучения, по результатам выборки на случайной и ограниченной основе, превышают указанный норматив в несколько тысяч раз. Зафиксированный средний уровень плотности потока мощности аппаратов составил 0,2-0,5 Вт/см^2. Для сравнения необходимо указать, что 0,5 Вт/см^2- «… это примерно в 10 раз больше, чем плотность теплового потока Солнца в ясный день на широте Москвы».

Для проведения опыта нужны семена высших растений (пшеница, овес, ячмень и др.) с высокой всхожестью (всхожесть должна быть не менее 70%).

Ход работы:

1. Поместите колбу с водой между сотовыми телефонами, работающими в режиме автодозвона и «заряжайте» воду в течение 10, 20 .. 60 минут. Таким образом, вы получите 6 образцов «заряженной» воды. Контролем является водопроводная вода.
2. Измерьте величину pH с помощью pH-метра.
3. На дно фотокюветы или чашки Петри положите слой фильтровальной бумаги и разложите по 50 семян.

4. Фильтровальную бумагу в чашках увлажните 7 мл воды из соответствующих колб, чашки пронумеруйте. На поверхность семян настелите еще один слой фильтровальной бумаги. Чашки закройте для предотвращения быстрого высыхания и поставьте на проращивание.
5. Опыт проводится в 3-х повторностях. Контроль ставится в 5-ти повторностях.
6. По окончании проращивания оцените всхожесть семян и длину проростков в каждом варианте. Полученные данные занесите в таблицу. На основании табличного материала (табл.4.5.) постройте график. Сделайте выводы.

Таблица 4.5.

Время работы сотовых телефонов, мин.	pH	всхожесть семян,%	длина проростков,см
10			
20			
30			
40			
50			
60			
Контроль			

Определение нитратов в различных овощных культурах
(по Феодорова, Никольская, 2001)

В связи с применением в больших масштабах азотных удобрений, сильно возрастает поступление в растения неорганических соединений азота. В результате употребления продуктов, содержащих повышенное количество итратов, человек может заболеть метгемоглобинией. При этом заболевании ион NO_3^- взаимодействует с гемоглобином крови, окисляя железо, входящее в гемоглобин, до трехвалентного, а образовавшийся в результате этого метгемоглобин не способен переносить кислород, и человек испытывает кислородную недостаточность: задыхается при физических нагрузках. В желудочно-кишечном тракте избыточное количество нитратов под действием микрофлоры кишечника превращается в токсичные нитриты, а далее возможно их превращение в нитрозоамины – сильные канцерогенные яды, вызывающие опухоли.

Накопителями нитратов являются семейства тыквенных, капустных, сельдерейных. Наибольшее их количество содержится в листовых овощах – петрушке, укропе, сельдерее, наименьшее – в томатах, баклажанах,

чесноке, зеленом горошке, винограде, яблоках и др. Наибольшее количество нитратов содержится в сосущих и проводящих органах растений – корнях, стеблях, черешках и жилках листьев. Так, у капусты наружные листья кочана содержат в 2 раза больше нитратов, чем внутренние. А в жилке листа или в кочерыжке содержание нитратов в 2-3 раза больше, чем в листовой пластинке.

В связи с этим при употреблении в пищу растений – накопителей нитратов важно нитраты разбавлять и употреблять в малых дозах. Содержание нитратов можно уменьшить вымачиванием, кипячением продуктов (если отвар не используется), удалением тех частей, которые содержат большое количество нитратов.

Допустимые нормы нитратов (по данным ВОЗ) составляют 5 мг (по нитрат-иону) в сутки на 1 кг массы взрослого человека, т.е. при массе 50-60 кг – это 220-300 мг, а при 60-70 кг – 300-350 мг.

В предлагаемой работе изложен метод определения нитратов у различных видов овощей и их частей, который основан на хорошо известной реакции нитрат-иона с дифениламином.

Оборудование и материалы: ступки малые с пестиками, предметные стекла, марлевые салфетки, мелкие емкости – пузырьки из-под пенициллина с пробками, пипетки, 1%-ный раствор в дифениламина (1г сухого дифениламина растворить в 100 мл H_2SO_4 конц., р= 1,84), исходный раствор $NaNO_3$ для построения калибровочной кривой (3г сухого $NaNO_3$ растворить в 100 мл воды), дистиллированная вода, термостойкий химический стакан на 0,5-1 л для кипячения овощей, электроплитка; части различных овощей, содержащих наибольшее количество нитратов, с неокрашенным соком (капуста, огурцы, кабачки, картофель, дыня и др.).

Ход работы.

1. Овощи вымойте и обсушите.
2. В один из пузырьков налейте 10 мл исходного раствора $NaNO_3$, соответствующего по концентрации максимальному содержанию нитратов в овощах – 3000мг на кг. Следует отметить, что в отдельных органах растений встречаются и значительно большие концентрации.
3. Приготовьте серию калибровочных растворов путем разбавления пополам предыдущего (например, к 3 мл исходного раствора прибавляется 3 мл дистиллированной воды, взбалтывается и т.д.). Вы должны получить серию растворов с разным содержанием нитратов: 3000, 1500, 750, 375, 188, 94, 23 мг/кг.
4. Овощи и плоды расчлените на части:
    - зона, примыкающая к плодоножке
    - кожура
    - периферийная часть

- срединная часть
- кочерыжка (у капусты)
- жилки
- лист без жилок.

Вырезанные части мелко порежьте ножом и быстро разотрите в ступке, сок отожмите через 2-3 слоя марли.

5. Под предметное стекло положите белый лист бумаги, капните на стекло 2 капли изучаемого раствора и 2 капли дифениламина. Опыт проводят в трехкратной повторности. Опишите реакцию согласно следующей градации, которую можно использовать как для калибровочных растворов, так и для анализов.

Таблица 4.6.

Баллы	Характер окраски	Содержание нитратов, мг/кг
6	Сок или срез окрашиваются быстро и интенсивно в иссиня-черный цвет. Окраска устойчива и не пропадает.	> 3000
5	Сок или срез окрашиваются в темно-синий цвет. Окраска сохраняется некоторое время.	3000
4	Сок или срез окрашиваются в синий цвет. Окраска наступает не сразу.	1000
3	Окраска светло-синяя, исчезает через 2-3 минуты.	500
2	Окраска быстро исчезает, окрашиваются главным образом проводящие пучки.	250
1	Следы голубой, быстро исчезающей окраски	100
0	Нет ни голубой, ни синей окраски. На целых растениях возможно порозовение.	0

В случае сомнений в содержании нитратов капните рядом калибровочный раствор с известной концентрацией вещества и повторите реакцию с дифениламином.

6. Поместите овощи в термостойкий химический стакан с кипящей дистиллированной водой и кипятите 10-15 минут, после чего проанализируйте отварные овощи и отвар.
7. Результаты опытов занесите в таблицу 4.7. Сделайте выводы.

Таблица 4.7.

Содержание нитратов в различных овощах

Исследуемое растение	Часть	Содержание нитратов, мг/кг
Картофель свежий	а) под кожурой б) срединная часть	
Картофель отварной	а) под кожурой б) срединная часть	
Капуста	а) жилки б) кочерыжка в) лист	
Капуста отварная	а) жилки б) кочерыжка в) лист	
Отвар		

Оценка качества сока

Современный соковый рынок России достаточно большой и характеризуется динамичным изменением как промышленной базы для производства и розлива соков, нектаров и сокосодержащих напитков. К сожалению, в настоящее время на российском рынке присутствует фальсифицированная соковая продукция, качество которой вступает в противоречие с требованиями и показателями, закрепленными в нормативных документах. Оценить качество сока можно несложными способами, приведенными ниже.

Новый ГОСТ Р 51398-99 определяет термин "сок", как **"жидкий продукт, полученный путем механических процессов из фруктов или овощей, консервированный физическими способами, кроме обработки ионизирующим излучением".**В примечании к определению термина "сок" отмечается, что**"сок может быть сконцентрирован и затем восстановлен водой".**

Основные признаки и требования, которым должен соответствовать продукт, относящийся к "соку":

- сок представляет собой жидкий продукт (единственное исключение - "сухой сок", т.е. продукт, содержащий все компоненты сока и высушенный до воздушно-сухого состояния);
- сок получают исключительно с помощью механических процессов, например, путем отжима фруктового или овощного сырья в прессе (другие способы переработки, например, диффузия или экстракция, которые не относятся к механическим процессам, не являются технологическими способами получения сока);

- сырьем для получения сока являются доброкачественные, спелые, свежие или сохраненные свежими благодаря охлаждению цельные фрукты или овощи (отдельные части фруктов или овощей, например, кожура, выжимки и другие продукты переработки не относятся к сырьевым источникам получения сока);
- для консервирования сока используют исключительно физические способы, например, тепловую обработку (пастеризацию, стерилизацию или охлаждение);
- допускается концентрирование сока, т.е. удаление содержащейся в нем определенной доли воды с помощью физических процессов и последующее восстановление ее водой.

Между восстановленными соками и соками прямого отжима нет существенных отличий при условии соблюдения производителями их аутентичности, то есть подлинности (натуральности). В основе современных способов концентрирования соков лежат технологические решения, направленные на использование щадящих условий производства с целью максимального сохранения уникального природного состава продукции. Поэтому мнение, что соки, восстановленные из концентрированных соков, обладают пониженными качественными показателями и должны быть отнесены к нектарам или даже к сокосодержащим напиткам, следует считать ошибочным. Новый ГОСТ Р 51398-99 устанавливает **одинаковые** требования для восстановленных соков и соков прямого отжима.

«Сок с мякотью» или « сок с сахаром или подслащенный» относятся к группе "нектаров" или "сокосодержащих напитков", т.к. в этих продуктах доля сока составляет менее 100%. Их изготавливают из ягод и фруктов, которые обладают высокой долей мякоти, сахара или высокой кислотностью (например, персики, абрикосы, бананы, вишня, красная и черная смородина, клубника, земляника, груша и т.д.). В них минимальная доля собственно сока в зависимости от вида фруктов составляет 10% (для сокосодержащих напитков), 25-50% (для нектаров) и 40% (для овощных напитков). Такие продукты не могут быть реализованы в торговой сети под наименованием "сок".

Новый ГОСТ Р 51398-99 содержит подробные разъяснения касательно компонентов, которые могут быть добавлены в сок. К ним относятся исключительно натуральные ароматические вещества, полученные из данного сока или сока фруктов того же наименования, а также сахар, лимонная и аскорбиновая кислоты. Следует отметить, что в сок добавляют либо сахар, либо лимонную кислоту только для **корректировки** вкуса, а не для восполнения, например, недостатка натуральных сухих веществ в соке, вызванного его искусственным разбавлением путем внесения воды. В сок не допускается добавление химических консервантов, красителей, искусственных ароматизаторов, а

также ароматизаторов идентичных натуральным. Для всех соков действует единый запрет на искусственную модификацию (т.е. изменение) природного состава.

Оборудование и материалы: образцы соков различных производителей, пищевая сода, электроплитка, химические стаканы.

Ход работы.

1. Изучите данные, указанные на упаковке. Оцените, насколько надписи соответствуют требованиям нового ГОСТа.
2. Налейте образцы сока в химические стаканы, пронумеруйте.
3. Проведите тесты на наличие в соке искусственных добавок.

тест на наличие искусственных ароматизаторов:

Капните каплю сока на пальцы, разотрите. Если есть ощущение маслянистости, то говорим о наличии ароматизаторов.

тест на наличие подсластителей:

Сделайте глоток сока. Если сладкий вкус остается дольше 5 минут, то при производстве сока используются подсластители.

тест на наличие консервантов (красителей):

Для оценки темного сока (вишневого, виноградного) растворите 2г соды в 50 мл сока. Наблюдайте за реакцией раствора. Если сок приобрел бурую окраску, то производители не используют консерванты. При наличии консервантов цвет сока останется без изменений.

Для оценки светлого сока необходимо в образец добавить соды (2г соды на 50 мл сока) и нагреть его до кипения. Если консерванты имеются, то цвет сока не изменится, а если их нет, то сок станет более светлым.

4. Занесите данные в таблицу 4.8.:

Таблица 4.8.

Название сока, производитель	Наличие искусственных ароматизаторов	Наличие подсластителей	Наличие консервантов (красителей)

5. Сделайте выводы.

Обеззараживание воды хлорированием

Воду подвергают очистке, чтобы удалить из нее как болезнетворные микробы, так и вредные химические вещества. Существует 5 типичных процедур, которые используются в системах очистки: устранение неприятного вкуса и запаха, первое хлорирование, устранение мути и посторонней окраски, фильтрование для удаления микробов, заключительное хлорирование.

Хлорирование проводят для уничтожения болезнетворных микробов, что делает воду безопасной для питья человека. Хлор добавляется в избытке по сравнению с уровнем, при котором погибают все микроорганизмы, а также уровнем, необходимым для взаимодействия с присутствующим в воде аммиаком. Это приводит к появлению свободного хлора в растворе. Одна из причин того, что хлорирование столь предпочтительно в качестве дезинфекции общественных источников воды, состоит в том, что этот избыточный или остаточный хлор обеспечивает быстрый и простой тест на его присутствие (с использованием иодида калия и крахмала). Когда такой тест указывает на присутствие свободного хлора, можно быть уверенным, что любые новые микроорганизмы, попавшие в воду, также погибнут.

Оборудование и реактивы: пробы воды, 0,5-литровые бутылки из белого стекла, капельная пипетка, 1%-ный раствор хлорной извести, 5%-ный раствор иодида калия, 1%-ный раствор крахмала.

Ход работы.

1. Проведите пробное хлорирование. Для этого три одинаковые 0,5-литровые бутылки из белого стекла (или три стакана) наполните водой до заранее сделанной метки 0,2 л. Затем капельной пипеткой (содержащей 25 капель в 1 мл) добавьте по каплям 1% раствор хлорной извести: в первую бутылку 2 капли, во вторую - 3, в третью - 4 капли. После этого воду в каждой бутылке тщательно перемешайте взбалтыванием и оставьте на 30 минут.
2. Через 30 минут взболтайте каждую бутылку и затем определите в воде присутствие остаточного хлора. Для этого добавьте в каждую бутылку по 5 капель 5%-ного раствора йодида калия. Затем во все бутылки добавьте по 10 капель 1%-ного раствора крахмала. В тех бутылках, в которых имеется остаточный хлор, вода окрасится в синий цвет, тем более интенсивный, чем больше в ней хлора.
3. Рассчитайте необходимое количество раствора хлорной извести для хлорирования определенного объема воды.

Допустим, что в первой бутылке окрашивания нет (остаточный хлор отсутствует), во второй - светло-синее окрашивание (остаточного хлора 0,3-0,5 мг/л), в третьей - интенсивное синее окрашивание (остаточного хлора более 0,5 мг/л), тогда выбирают вторую бутылку, в которую добавляли 3 капли 1 % раствора хлорной извести на 0,2 л воды.

Следовательно, доза хлора на 1 л воды составляет 3х5=15 капель 1% раствора хлорной извести. Если требуется прохлорировать 200 л воды в бочке, то в нее необходимо добавить 15х200=3000 капель, или 3000 25=120 мл 1% раствора хлорной извести.

Оценка суточного рациона питания

Оптимальный пищевой рацион заметно варьирует у разных индивидуумов в зависимости от пола, возраста, активности, размеров тела и температуры окружающей среды (в жарком климате пищи потребляется меньше).

Энергетическая ценность пищевых продуктов измеряется в виде тепловой энергии и выражается в джоулях. Она может быть определена путем сжигания известной массы продукта в кислороде в калориметрической бомбе. Образующееся при этом сжигании тепло передается определенной массе воды, повышение температуры которой измеряется. Исходя из того, что для повышения температуры 1 г воды на 1^0C требуется 4,18 джоуля, можно рассчитать количество джоулей, выделяющихся при сгорании данного продукта.

Для того чтобы правильно составить свой пищевой рацион, нужно определить нормальный и идеальный вес.

Ход работы:

1. Определите нормальную массу тела по формуле Брока:

Рост (см) – 100 = вес (кг).

Идеальным весом можно считать такой вес, который меньше нормального на 10% у мужчин и на 15% у женщин.

2. Рассчитайте свой идеальный вес, пользуясь формулой Купера:

для мужчин: рост (см) х 4/254 + (128х0,453);
для женщин: рост (см) х 3,5 /254 + (108х0,453).

3. Определите нормальный вес и характер своего веса.

Весовой показатель определяется делением веса, выраженного в граммах на рост в см. Например, при росте 160 см и весе 72 кг результат будет равен 450 (72000 / 160).

Пользуясь таблицей 4.9, рассчитайте свой нормальный вес.

Таблица 4.9.

Количество на 1 см роста	Оценка веса человека
Больше 540	Ожирение

451-540	Чрезмерный вес
416 - 450	Излишний вес
401 - 415	Хорошая упитанность
400	Наилучшая упитанность для мужчин
390	Наилучшая упитанность для женщин
360 -389	Средняя упитанность
320 - 359	Плохая упитанность
300 – 319	Очень плохая упитанность
200 - 299	Истощение

4. Определите среднесуточные энергозатраты, опираясь на следующую классификацию.

В настоящее время выделено 5 групп трудоспособного взрослого населения по интенсивности труда и среднесуточным энергозатратам.

1 группа – работники умственного труда – руководители, инженеры и техники, медработники (кроме хирургов), педагоги, воспитатели (кроме спортивных), работники науки:

для мужчин – 2550 – 2800 килокалорий; для женщин – 2300 – 2500Ккал.

2 группа – люди, занятые легким физическим трудом – швейники, агрономы, медсестры, санитарки, телеграфисты, инструкторы физкультуры, тренеры:

для мужчин - 2700 – 3000 Ккал; для женщин – 2400 – 2700 Ккал.

3 группа – люди, занятые средним по тяжести трудом – станочники, слесари, наладчики, хирурги, химики, текстильщики, продавцы, работники транспорта, машинисты подъемно-транспортных механизмов:

для мужчин – 2950 – 3200 Ккал; для женщин – 2650 – 2900 Ккал.

4 группа – лица, занятые тяжелым физическим трудом – строительные и сельскохозяйственные рабочие, горнорабочие на поверхности, металлурги, литейщики, плотники:

для мужчин – 3450 – 3700 Ккал; для женщин – 3100 – 3300 Ккал.

5 группа – горнорабичие-подземники, сталевары, вальщики леса, каменщики, землекопы грузчики и другие, чей труд не механизирован:

для мужчин – 3900 –4300 Ккал; для женщин – 3500 – 3850 Ккал.

Кроме того, суточные нормы потребления энергии и питательных веществ можно определить, опираясь на следующую таблицу:

5. Составьте рацион питания, пользуясь справочными таблицами 4.10. и 4.11.

А). Оцените относительное соотношение между белками (мясо, рыба, молочные продукты), жирами (растительное и животное масло), углеводами (крупа, мука, хлеб, фрукты) и клетчаткой, или

некрахмалистыми овощами, (баклажаны, капуста, огурцы, помидоры и др.).

По российским нормам питания 11-13% энергетической ценности должны составлять белки, 33% - жиры, 54-56% - углеводы. Относительное соотношение кальция и фосфора – 1:1,5; кальция и магния 1:0,5. На наш взгляд, эта система приводит к злоупотреблению углеводами, а это – прямой путь к ускоренному метаболическому старению, ожирению и болезням.

Чтобы быть здоровым, человеку необходимо с каждым приемом пищи употреблять продукты из всех четырех групп (белки, жиры, углеводы, клетчатка), причем количество углеводов должно соответствовать уровню активности, состоянию здоровья и особенностям обмена веществ.

Б). Определите кратность приема пищи и распределение энергетической ценности суточного рациона по отдельным приемам пищи (для взрослого трудоспособного населения рекомендуется четырех – или трехразовое питание). При четырехразовом питании на завтрак рекомендуется 25% суточного рациона, на обед – 35%, па полдник – 15%, на ужин – 25%. При трехразовом питании на завтрак рекомендуется 30% суточного рациона, на обед – 40 –45%, на ужин – 25-30%.

В). Проанализируйте набор продуктов.

Суточный набор должен включать 4 группs продуктов:

1 – белки - мясо, рыба, молочные продукты, яйца;

2 – жиры - растительное и животное масло;

3 – углеводы - крупа, мука, хлеб, фрукты;

4 – некрахмалистые овощи - баклажаны, капуста, огурцы, помидоры и др.

Таблица 4.10.

Суточные нормы потребления энергии и питательных веществ

Возраст и образ жизни	Энергия, Ккал	Белок, г	Тиамин, мг	Рибофлавин, мг	Никотиновая к-та, мг-экв	Аскорбиновая к-та, мг	Витамины		Кальций, мг	Железо, мг
							мкг-экв ретинола	мкг-экв кальциферола		
Мальчики и девочки										
0 –1 год	800	20	0,3	0,4	5	15	450	10	600	6
2 –4 года	1400	35	0,6	0,7	8	20	300	10	500	7
4 – 7 лет	1800	45	0,7	0,9	10	20	300	2,,5	500	8
Мальчики										
9 – 12 лет	2500	63	1,0	1,2	14	25	575	2,5	700	13
12 –15 лет	2800	70	1,1	1,4	16	25	725	2,5	700	14
15 –18 лет	300	75	1,1	1,7	19	30	750	2,5	600	15
Девочки										
9 – 12 лет	2300	58	0,9	1,2	13	25	575	2,5	700	13
12 –15 лет	2300	58	0,9	1,4	16	25	725	2,5	700	14
15 –18 лет	2300	58	0,9	1,4	16	30	750	2,5	600	15
Мужчины										
18 - 35 лет										
- сидячий	2700	68	1,1	1,7	18	30	750	2,5	500	10
- умеренно активный	3000	75	1,2	1,7	18	30	750	2,5	500	10
- очень	3600	90	1,4	1,7	18	30	750	2,5	500	10

активный										
35 –65 лет - сидячий - умеренно активный - очень активный	2600 2900 3600	65 73 90	1,0 1,2 1,4	1,7 1,7 1,7	18 18 18	30 30 30	750 750 750	2,5 2,5 2,5	500 500 500	10 10 10
65 – 75 лет (предполагается сидячий образ жизни)	2350	59	0,9	1,7	18	30	750	2,5	500	10
75 и более лет (предполагается сидячий образ жизни)	2100	53	0,8	1,7	18	30	750	2,5	500	10
Женщины 18 – 55 лет - большинство занятий - очень активный	2200 2500	55 63	0,9 1,0	1,3 1,3	15 15	30 30	750 750	2,5 2,5	500 500	12 12
55 – 75 лет(предполагается сидячий образ жизни)	2050	51	0,8	1,3	15	30	750	2,5	500	10
75 и более лет (предполагается сидячий образ жизни)	1900	48	0,7	1,3	15	30	750	2,5	500	10

Беременность 2-й и 3-1 триместры	2400	60	1,0	1,6	18	60	750	10,0	1200	15
Лактация	2700	68	1,1	1,8	21	60	1200	10,0	1200	15

Таблица 4.11.

Содержание основных пищевых веществ и энергетическая ценность пищевых продуктов
(в пересчете на 100г съедобной части продукта)

Продукты	Белки, г	Жиры, г	Угле-Воды, г	Минеральные вещества, мг				Витамины, мг					Энергетическая ценность	
				Ca	Mg	P	Fe	β-ка-ротин	B_1	B_2	PP	C	Ккал	кДж
Мука:														
-пшеничная высший сорт	10,3	0,9	74,2	18	16	86	1,2	0	0,17	0,08	1,2	0	327	1368
-пшеничная I сорт	10,6	1,3	73,2	24	44	115	2,1	0	0,25	0,12	2,2	0	329	1377
-ржаная обдирная	8,9	1,7	73,0	34	60	189	3,5	0	0,25	0,13	1,02	0	325	1360
-ячменная														
-кукурузная	10,0	1,6	71,5	8	63	175	0,7	0	0,28	0,11	2,5	0	322	1347
	7,2	1,5	75,8	-	-	-	-	0,2	0,40	0,13	1,8	0	327	1368
Крупа:														
-манная	11,3	0,7	73,3	20	30	84	2,3	0	0,14	0,07	1,00	0	326	1364
-гречневая ядрица	12,6	2,6	68,0	70	98	298	8,0	0	0,53	0,20	4,19	0	329	1377

-рисовая	7,0	0,6	77.3	24	21	97	1,8	0	0,08	0,04	1,60	0	323	1351
-пшено	12,0	2,9	69,3	27	101	233	7,0	0,15	0,62	0,04	1,55	0	334	1397
-толокно	12,2	5,8	68,3	58	111	328	10,7	0	0,22	0,06	0,70	0	357	1494
-овсяная	11,9	5,8	65,4	64	116	361	3,9	0	0,49	0,11	1,10	0	345	1444
-овсяные хлопья	13,1	6,2	65,7	52	142	363	7,8	0	0,45	0,10	1,00	0	355	1485
-пшеничная														
-кукурузная	12,5	0,7	71,8	-	-	276	6,7	0	0,30	0,10	1,40	0	326	1364
	8,3	1,2	75,0	20	36	109	2,7	0,20	0,13	0,07	1,10	0	325	1360
Зернобобовые: -горох лущенный	23	1,6	57,7	89	88	226	7,0	0,05	0,90	0,18	2,37	0	323	1351
Макаронные изделия высшего сорта	10,4	0,9	75,2	18	16	87	1,2	-	0,17	0,08	1,21	0	332	1389
Хлеб и хлебо-булочные изделия:														
-хлеб ржаной	6,5	1,0	40,1	38	49	156	2,6	-	0,18	0,11	0,67	-	190	795
-хлеб ржано-пшеничный	7,0	1,1	40,3	37	55	178	2,7	-	0,19	0,11	1,46	-	193	808
-батоны	7,9	1,0	51,9	25	35	86	1,6	-	0,16	0,08	1,59	-	236	987
простые	7,7	2,4	53,4	26	34	85	1,6	-	0,16	0,08	1,58	-	254	1063
-булки городские	7,6	5,0	56,4	25	33	85	1,5	-	0,18	0,09	1,59	-	288	1205
-сдоба	9,2	1,4	48,3	88	-	-	2,5	-	0,28	0,07	-	0	230	981
обыкновенная	8,0	1,7	54,3	100	-	-	1,7	-	0,18	0,03	-	0	251	1068
-хлеб черный	9,9	1,0	84,0	23	-	-	1,2	-	0,09	0,06	-	0	364	1549
-хлеб белый														

-спагетти														
Сухарные изделия														
-баранки	10,4	1,3	68,7	33	47	114	2,2	-	0,22	0,11	2,09	-	312	1305
-сушки	11,0	1,3	73,0	36	50	121	2,3	-	0,23	0,12	2,22	-	330	1381
-сухари	8,5	10,6	71,3	24	17	75	1,1	-	0,12	0,08	1,07	-	397	1661
Сахар и конфеты														
-сахар-песок	0	0	99,8	2	следы	следы	0,3	0	0	0	0	0	374	1565
-сахар рафинад	0	0	99,9	следы	следы	следы	следы	0	0	0	0	0	375	1569
-карамель с фруктово-ягодной начинкой	0,1	0,1	92,1	15	6	8	0,2	0	0	следы	следы	0	348	1456
-карамель с помадной начинкой	следы	0,1	94,7	12	5	6	0,1	-	следы	следы	следы	0	358	1498
-шоколад молочный	6,9	35,7	52,4	187	38	235	1,8	следы	0,05	0,26	0,50	0	547	2289
-какао-порошок														
-вафли с фруктовыми начинками	24,2	17,5	27,9	18	90	771	11,7	-	0,1	0,30	1,80	-	373	1561
-пряники заварные	3,2	2,8	80,1	10	2	33	0,6	-	0,04	0,04	0,40	0	342	1431
-пирожное слоеное	4,8	2.8	77,7	9	-	41	0,6	0	0,08	0,04	0,57	0	336	1406
-пирожное	5,4	38,6	46,4	37	4	58	0,6	0,14	0,04	0,05	0,51	0	544	2276

бисквитное	4,7	9,3	64,2	30	16	68	1,0	0,02	0,10	0,10	0,50	0	344	1439
Молоко и молочные продукты														
-молоко пастеризованное	2,8	3,2	4,7	121	14	91	0,1	0,01	0,03	0,13	0,10	1,0	58	243
-молоко белковое 1% жирности	4,3	1,0	6,4	136	16	96	0,1	следы	0,04	0,16	0,10	0,4	51	213
-молоко топленое 6% жирности	3,0	10,0	4,0	90	10	62	0,1	0,02	0,03	0,10	0,15	0,5	118	494
-сметана 20% жирности	2,8	20,0	3,2	86	8	60	0,2	0,06	0,03	0,11	0,1	0,3	206	862
-творог	16,7	9,0	1,3	164	23	220	0,4	0,03	0,04	0,27	0,4	0,5	156	652
-масло сливочное	0.6	82,5	0,9	22	3	19	0,2	0,34	следы	0,01	0,1	0	774	3130
-сыр голландский	26,8	27,3	-	1040	-	554	-	0,17	0,03	0,38	0,4	2,8	361	1510
-сыр плавленый	23,0	22,5	-	-	-	-	-	0,07	0,04	0,38	0,48	-	302	1264
-мороженое молочное	3,2	3,5	21,3	136	17	101	0,1	0,01	0,03	0,16	0,05	0,4	125	523
Овощи, фрукты:														
-капуста белокочанная	1,8	-	5,4	48	16	31	1,0	0,02	0,06	0,05	0,4	50	28	117
-к.	2,8	0	1,7	25	-	-	0,5	-	0,06	0,1	-	41	17	75

брюссельская	1,4	0	19,7	4	23	58	0,5	0,02	0,08	0,03	0,9	4-15[a]	80	339
-картофель вареный	3,8	9	37,3	14	-	-	1,4	-	0,1	0,04	-	6-20[a]	236	1028
-к. фри	2,8	1	27,3	10	-	-	1,0	-	0,1	0,04	-	6-23[a]	111	474
-к. жареный	1,7	-	9,5	31	14	58	0,8	следы	0,05	0,02	0,2	10	43	180
-лук репчатый	1,3	0,1	7,0	51	38	55	1,2	9,0	0,06	0,07	1,0	5	33	138
-морковь красная	0,8	-	3,0	23	14	42	0,9	0,06	0,03	0,04	0,2	10	15	63
-огурцы	1,2	-	4,1	39	13	44	1,0	следы	0,01	0,04	0,1	25	20	84
-редис	1,7	0	10,8	37	43	43	1,4	0,01	0,02	0,04	0,2	10	48	201
-свекла	0,3	0	12,0	4	-	-	0,3	-	0,04	0,02	-	5	46	197
-яблоки	1,1	0	19,2	7	-	-	0,4	-	0,04	0,07	-	10	76	326
-бананы	2,2	0	3,9	27	-	-	0,8	-	0,05	0,1	-	20	23	100
-фасоль красная	6,6	62	6,4	22	-	-	3,6	-	0,06	0,04	-	0	608	2509
-кокосовый орех сушеный	1,0	0	1,2	23	-	-	0,9	-	0,08	0,08	-	15	8	36
-салат	0,8	0	8,5	41	-	-	0,3	-	0,1	0,03	-	50	35	150
-апельсины	0,3	0	10,6	8	-	-	0,2	-	0,03	0,03	-	3	41	175
-груши	5	0	7,7	13	-	-	1,2	-	0,25	0,11	-	15	49	208
-горох	0,3	0	20,0	13	-	-	1,7	-	0,05	0,02	-	8	76	325
-ананасы конс.	0,6	0	7,9	12	-	-	0,3	-	0,05	0,03	-	3	32	137
-изюм	2,4	0	40,3	38	-	-	2,9	-	0,1	0,2	-	0	161	686
-чернослив	0,9	0	5,6	41	-	-	1,2	-	0,02	0,03	-	25	25	105
-малина	0,6	0	6,2	22	-	-	0,7	-	0,02	0,03	-	60	26	109
-клубника														
Мясо:														
-печень	17,4	3,1	-	5	18	339	9,0	1,0	0,30	2,19	6,8	33	98	410
-докторская	13,7	22,8	-	29	22	178	1,7	-	-	-	-	-	260	1088

колбаса														
-сосиски	12,3	25,3	-	29	20	161	1,7	-	-	-	-	-	277	1159
молочные														
-говядина	16,8	18,3	-	9	19	178	2,4	-	0,02	0,19	1,76	-	232	971
тушеная														
-куры	18,2	18,4	0,7	16	27	228	3,0	-	0,07	0,15	3,7	-	241	1008
-свинина	15,8	29,6	0	8	-	-	0,8	-	0,58	0,16	-	0	330	1364
Яйца куриные	12,7	11,5	0,7	55	54	185	2,7	-	0,07	0.44	0,19	-	157	657
Рыба:														
-треска свежая	17,5	0,6	-	39	23	222	0,6	-	0,09	0,16	2,3	следы	75	314
-щука свежая	18,8	0,7	-	-	-	-	-	-	0,11	0,14	1,1	1,6	82	343
-рыба копченая	19,8	11,7	0	60	-	-	1,2	-	0,02	0,3	-	0	184	770
Соки, напитки:														
-томатный	1,0	0	3,3	13	26	32	0,7	0,5	0,01	0,03	0,3	10,0	18	75
-яблочный	0,5	0	11,7	8	5	9	0,2	следы	0,01	0,01	0,1	2,0	47	197
-пиво горькое	0	0	2,3	11	-	-	0	-	0	0,05	-	0	30	127
-кофе раствор.	4	0,7	35,5	140	-	-	4	-	0	0,1	-	0	155	662
-спирт 70%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	221	914
-вино красное	0	0	0,3	6	-	-	0,8	-	0,01	0,02	-	-	67	277

Примечание: «-» - отсутствие данных; «0» – компонент не обнаружен используемым методом; «а» – в свежем картофеле содержание высокое, а при хранении оно снижается.

Методы экологического мониторинга учебных помещений

(по Андреева Н.Д., Наумова Н.Н и др., 2000г.)

Рабочая среда – составная часть жизненной среды человека. В учебных аудиториях студенты проводят значительную часть своего времени, и их работоспособность, а также здоровье во многом зависят от воздействия факторов этой среды. Составление экологического паспорта аудитории необходимо для оценки соответствия санитарно-гигиенических показателей помещения принятым нормам и для планирования мероприятий по улучшению рабочей среды студентов.

Санитарно-гигиеническое состояние помещений и рабочих мест характеризуют следующие показатели:

– размеры и объем помещения;
– внутренняя отделка и оформление помещения;
– микроклимат закрытого помещения;
– воздушная среда помещения;
– вентиляционный режим;
– освещенность;
– радиационный фон;
– уровень шума;
– уровень запыленности и микробиологического загрязнения воздуха.

Оборудование: рулетка, сухой термометр на деревянном штативе, психрометр аспирационный, люксметр (Ю 16, Ю 116, Ю 117) с фотоэлементом и набором насадок, дозиметр – радиометр бытовой ИРД-02 Б1, шумомер (любой марки ШИР-1, ШЗ-М, ШЗВ-003).

1. Определение полезной площади и кубатуры учебной аудитории

Ход работы:

1. С помощью рулетки измерьте длину, ширину и высоту аудитории.
2. Рассчитайте площадь пола и кубатуру помещения.
3. Определите площадь и кубатуру в пересчете на одного студента, разделив полученные результаты на количество посадочных мест.
4. Полученные данные занесите в таблицу 4.12.

Таблица 4.12.

Площадь и кубатура помещения, приходящиеся на одного студента

Помещение	Площадь, $м^2$		Кубатура $м^2$	
	Полученный результат	Санитарно-гигиеническая норма	Полученный результат	Санитарно-гигиеническая норма
Аудитория		2,0		4-5

5. Сделайте вывод о соответствии полученных результатов санитарно-гигиеническим нормам.

2. Оценка внутренней отделки помещений

Внутренняя отделка и оформление помещения оказывают значительное влияние на зрительный анализатор, определяют состояние экологической комфортности студентов.

Ход работы:

1. Дайте характеристику внутренней отделке помещения по плану:

– отделка стен (окрашены, оклеены обоями и т. д.);

– цвет стен, потолка, пола;

– соответствие цветовых гамм;

– качество покрытия пола, чистота стен, химический состав материалов, применяющихся для отделки.

2. Оцените внутреннюю отделку комнаты, учитывая следующие данные:

– любые полимерные покрытия выделяют в атмосферу вредные для организма человека вещества;

– при южной ориентации помещений рекомендуются более холодные тона окраски стен (светло-серый, светло-голубой, зеленоватый, светло-сиреневый), при северной – более теплые (желто-охристый, светло-розовый, бежевый).

Таблица 4.13.

Отражающая способность окрашенных поверхностей стен

Цвет поверхности	Отражающая способность,%
Белый	80
Светло-желтый	60
Светло-зеленый	40
Светло-голубой	30
Темно-голубой	6

Загрязненные стены отражают света в 2 раза меньше, чем только что окрашенные или вымытые.

3. Сделайте вывод о соответствии помещения эколого-гигиеническим требованиям.

3. Измерение параметров микроклимата

Измерение температуры воздуха

Ход работы:

1. Снимите показания термометра на высоте 1,5 м от пола в 3 точках по диагонали на расстоянии 0,2 м от наружной стены, в центре помещения и на расстоянии 0,25 м от внутреннего угла комнаты. Термометр устанавливается на 15 мин в каждой точке.
2. Вычислите среднюю температуру воздуха в помещении.
3. Определите перепад температур по вертикали, производя измерения на расстоянии 0,25 м от пола и потолка.

Измерение относительной влажности воздуха

Ход работы:

1. Конец влажного термометра, обернутого материей, сссмочите дистиллированной водой.
2. Заведите ключом вентилятор.
3. Через 3 – 4 мин после начала работы вентилятора на высоте 1,5 м от пола снимите показания сухого (t) и влажного (t_1) термометров.
4. Расчет абсолютной влажности произведите по формуле:

$$K = f – 0,5 (t– t_1) B/ 755, \text{ где}$$

K - абсолютная влажность, г/м^3;

f - максимальная влажность при температуре влажного термометра (определяется по таблице, прилагаемой к прибору);

t – температура сухого термометра;

t_1– температура влажного термометра;

B - барометрическое давление в момент исследования (755 мм рт.ст. – среднее значение).

5. Рассчитайте относительную влажность воздуха по формуле:

$$R = K/F \times 100, \text{ где}$$

K - абсолютная влажность, г/м^3;

F - максимальная влажность при температуре сухого термометра (определяется по таблице, прилагаемой к прибору).

6. Полученные данные занесите в таблицу 4.14 и дайте оценку микроклимата.

Таблица 4.14.

Показатели микроклимата помещения

Период года	Температура, °С		Относительная влажность		Скорость движения воздуха, м/с	
	Получен-ный результат	Сан.-гиг. норма	Получен-ный результат	Сан.-гиг. норма	Получен-ный результат	Сан.-гиг. норма
Теплый		20-22 23-25		60-40		0,2 0,3
Холодный или переходный		18-22		65		0,2

4. Изучение вентиляционного режима аудитории

Вентиляционный режим учебной аудитории позволяет относительно стабилизировать в течение дня уровень химического и бактериального загрязнения.

Определение коэффициента аэрации ($К_а$)

Ход работы:

1. Осмотрите все вентиляционные отверстия. Проверьте с помощью листа тонкой бумаги, действуют ли они.
2. Определите общую площадь всех рабочих вентиляционных отверстий и фрамуг.
3. Рассчитайте коэффициент аэрации по формуле:

$$К_а = S_1/S, \text{ где}$$

S_1– площадь всех вентиляционных отверстий;

S - площадь пола.

4. Понаблюдайте, как проводится проветривание помещений.
5. Полученные результаты занесите в таблицу 4.15.

Таблица 4.15.

Коэффициент аэрации помещения

Помещение	$К_а$		Частота проветривания	
	Полученный результат	Норма	Полученный результат	Норма
Учебное		1/50		10-15
Рекреация				не реже 1 раза в час

Определение эффективности вентиляции

Ход работы:

1. Определите необходимый вентиляционный объем воздуха ($V_{вент}.м^3/ч$), т.е объем свежего воздуха, который надо подавать в помещение на одного человека, чтобы содержание CO_2 не превышало допустимого уровня (0,1%):

$$V_{вент} = К/Р – g \text{ x } ¾, \text{ где}$$

К – количество CO_2, выделяемое за 1 час, л/ч (ребенок при умственной работе выделяет столько литров CO_2, сколько ему лет);

Р – предельно допустимое содержание CO_2 в воздухе учебного помещения (0,1% или 1 $л/м^3$);

g – содержание CO_2 в атмосферном воздухе (0,03% или 0,3 $л/м^3$);

¾ - продолжительность занятия.

2. Определите кратность обмена воздуха (Д) – число, показывающее, сколько раз в течение 1 часа воздух помещения должен смениться наружным, чтобы содержание CO_2 не превысило допустимого уровня:

$$Д = V_{вент} / V, \text{ где}$$

$V_{вент}$ – вентиляционный объем воздуха;

V – объем воздуха на одного человека в помещении.

3. Полученные результаты занесите в таблицу 4.16.

Таблица 4.16.

Норма вентиляционного объема

Помещение	Кратность обмена воздуха	
	Полученный результат	Санитарно-гигиеническая норма
Учебная аудитория		6,0 – 3,0

4. Сделайте вывод о вентиляционном режиме помещения.

5. Исследование освещенности аудитории.

Значительное влияние на зрительный анализатор и общую работоспособность оказывает освещенность рабочего места, которая измеряется в люксах (лк). Минимально допустимый уровень освещенности рабочего стола составляет 300 лк, классной доски – 500 лк.

Необходимо учитывать также направленность светового потока. При направленности света сзади и справа от работающего уровень освещенности на рабочем месте снижается в 3 – 4 раза за счет образующихся светотеней.

Вреден для зрения очень яркий свет – свыше 2000 лк.

При оценке освещенности аудитории необходимо проанализировать все составляющие: естественную, искусственную и комбинированную освещенность.

Изучение естественной освещенности аудитории

Ход работы:

1. С помощью рулетки измерьте высоту и ширину окон.
2. Рассчитайте общую площадь окон.
3. Рассчитайте площадь застекленной части окон (10% общей поверхности окон приходится на переплеты).
4. Измерьте длину и ширину класса, рассчитайте площадь пола.
5. Подсчитайте световой коэффициент (СК) по формуле:

$$СК = S_o/S, где$$

S_o – площадь застекленной части окон;

S – площадь пола.

6. Определите коэффициент заглубления, т. е. отношение высоты верхнего края окна над полом к глубине (ширине) класса.
7. Полученные данные занесите в таблицу 4.17.

Таблица 4.17.

Естественная освещенность аудитории

Помещение	Световой коэффициент		Коэффициент заглубления	
	Полученный результат	Санитарно-гигинническая норма	Полученный результат	Санитарно-гигинническая норма
Аудитория		1/4 - 1/6		1/2

Расчет горизонтальной искусственной освещенности

Ход работы:

1. Рассчитайте удельную мощность ламп (Р) – отношение мощности всех ламп к площади пола. Для этого суммируйте мощность всех ламп и поделите на площадь помещения.
2. Рассчитайте искусственную горизонтальную освещенность (Е, лк) по формуле:

$$E = P \times E_{табл.} /10 \times K, где$$

Р – удельная мощность ламп для данного помещения, Вт/м^2;

$E_{табл.}$ - освещенность, найденная по таблице 4.18 для ламп определенной мощности;

К – коэффициент запаса (1,3 для учебных и жилых помещений).

Таблица 4.18.

Значения минимальной горизонтальной освещенности (Лк) при удельной мощности 10 Вт/м^2

Мощность лампы, Вт	Прямой свет		Рассеянный свет	
	120 В	220 В	120 В	220 В
40	26	3	22,5	19,5
60	35	27	30	23
100	35	27	30	23
150	39,5	31	34	26,5
200	41,5	34	35,5	29,5
300	44	37	38	32
500	48	41	41	35

3. Сделайте вывод о соответствии горизонтальной освещенности санитарно-гигиеническим нормам. Коэффициент искусственного освещение не болжен быть менее 48 Вт на 1 $м^2$ площади аудитории. Для создания достаточной искусственной освещенности в кабинете площадью 50 $м^2$ необходимо 12 люминесцентных ламп ЛП 001 или 8 ламп ЛСО 02 (удельная мощность 24,2 $Вт/м^2$).

Исследование освещенности рабочего места методом люксметрии

Для оценки освещенности помещений применяют также метод люксметрии. Принцип действия прибора для измерения освещенности – люксметра - основан на явлении фотоэлектрического эффекта. При освещении поверхности фотоэлемента световым потоком в нем возникает фотопоток, величина которого пропорциональна плотности светового потока.

Оборудование: люксметр Ю 116 с фотоэлементом и набором насадок.
Ход работы:

1. Измеритель люксметра и фотоэлемент поместите на рабочем месте.
2. Отсоединив фотоэлемент, проверьте, находится ли стрелка прибора на нулевом делении шкалы. Подсоедините фотоэлемент.
3. Если величина измеряемой освещенности неизвестна, начинают измерения с установки на фотоэлементе насадок К, Т.

При нажатии правой кнопки, против которой нанесены наибольшие значения диапазонов измерений, кратные 10, пользуйтесь для отсчета показаний шкалой 0 – 100. При нажатии левой кнопки, против которой нанесены наибольшие значения диапазонов измерений, кратные 30, следует пользоваться шкалой 0 – 30. Показатели прибора в делениях по соответствующей шкале умножают на коэффициент пересчета шкалы (см. табл. 4.17) в зависимости от применения насадок. Например, на фотоэлементе установлены насадки К, Р, нажата левая кнопка, стрелка показывает 10 делений по шкале 0 – 30, измеряемая освещеннасть равна 10 х 100 = 1000 лк.

Таблица 4.19.

Коэффициент пересчета шкал

Диапазон измерения	Одновременно применяемые две насадки на фотоэлементе	Коэффициент пересчета шкалы
5-30 17-100	Без насадок	1
50-300 170-1000	К, М	10

500-3000 1700-10000	К, Р	100
5000-30000 17000-100000	К, Т	1000

Если при насадках К, М и нажатой левой кнопке стрелка не доходит до 5-го деления по шкале 0 – 30, измерение производите без насадок, т. е, открытым фотоэлементом.

4. Измерьте с помощью люксметра освещенность классной доски.
5. Полученные данные занесите в таблицу 4.20.

Таблица 4.20.

Уровень освещенности исследуемых поверхностей

Место проведения измерения	Вид освещения (естественное, искусственное, комбинированное)	Уровень освещенности (лк)	Максимально допустимый уровень освещенности (лк)
Поверхность стола			300 – 200
Поверхность классной доски			500 - 2000

6. Оцените окраску и качество покрытия стола и классной доски, учитывая следующие данные:

– светлые тона краски на 20% увеличивают освещенность рабочего места (светло-зеленый, светло-голубой, зеленовато-желтый, серовато-голубой);
– блестящая поверхность обладает слепящим действием и на 12 – 18**%** снижает устойчивость ясного видения, остроту зрения;
– классная доска должна быть коричневого или зеленого цвета и хорошо удерживать мел.

7. Сделайте вывод о соответствии освещенности санитарно-гигиеническим нормам и о влиянии окраски и качества покрытия стола и классной доски на освещенность рабочего места.

6. Радиационный контроль помещений

Источники радиоактивного излучения бывают естественного и искусственного происхождения. Первые создают естественный радиационный фон гамма-излучения, который складывается из космического фона и фона окружающей местности. Естественный фон больше при подъеме над уровнем моря, а также в местах выхода на поверхность земли горных пород, содержащих уран или продукты его распада. В основном на

территории бывшего СССР гамма-фон составляет 10 – 20 мкР/ч (0,1 – 0,2 мкЗв/ч) и не превышает 60 мкР/ч (0,6 мкЗв/ч).

Искусственные источники радиоактивного излучения могут возникать в окружающей среде в результате аварийных выбросов ядерных установок, что может привести к локальному повышению фона гамма-излучения до уровней, опасных для здоровья и жизни человека. Поэтому фон внешнего гамма-излучения нуждается в постоянном контроле.

Для оценки радиационного состояния окружающей среды могут быть использованы самые различные измерители – индикаторы (ИМД-70, ИМД-100, ИР-02 Б1, ДМП-1, СИД-01 и др.), в которых в качестве детектора используется один или два счетчика Гейгера. Эти приборы дают возможность не только обнаружить радиоактивное загрязнение, но и достаточно точно оценить мощность дозы.

Дозиметр (радиометр бытовой типа ИРД-02 Б1) предназначен для измерения мощности эквивалентной дозы (МЭД) гамма-излучения, а также для оценки плотности потока бета-излучения от загрязненных поверхностей и оценки загрязненности бета- гамма- излучающими нуклидами проб воды, почвы, пищи, продуктов растениеводства, животноводства и др.

Прибор типа ИР-02 Б1 применяется для контроля населением радиационной обстановки по гамма-излучению. Оценка показаний по бета-излучению может проводиться только профессиональными работниками.

Принцип действия прибора основан на преобразовании детектором ионизирующего излучения потока гамма-квантов или бета- частиц в электрические сигналы, число которых в единицу времени пропорционально МЭД гамма-излучения или интенсивности потока бета-частиц от загрязненных поверхностей, пищевых продуктов и т. п. Эти сигналы формируются по длительности и амплитуде и подаются на схему регистрации и звуковой сигнализации, с выхода схемы регистрации информация об измеряемой величине поступает на цифровое табло прибора. Периодичность смены показаний значений измеряемой величины на цифровом табло прибора составляет 0,5 – 1,0 с.

Единицы измерения. Величина МЭД оценивается либо в микрозивертах в час (мкЗв/ч), либо в микрорентгенах в час (мкР/ч).

Режим работы. Прибор имеет 2 режима работы, устанавливаемых переключателем режима работы: режим «мкЗв/ч» служит для обнаружения и измерения полей гамма-излучения, а также измерения загрязненности по гамма-излучению проб воды, почвы, пищи и т. д.; режим «част/(мин х $см^2$)» служит для обнаружения и оценки степени загрязненности бета-гамма-излучающими нуклидами поверхностей и проб пищи, почвы, продуктов растениеводства, животноводства и т. д.

Ход работы:

1. Подготовьте прибор к работе:

– для определения уровня МЭД гамма-излучения установите переключатель «мкЗв/ч – част/(мин х $см^2$)» в положение «мкЗв/ч»;

– включите прибор, установив переключатель «ВКЛ – ВЫКЛ» в положение «ВКЛ», после чего на цифровом табло должна появиться цифровая индикация. Вы должны услышать отчетливые звуковые сигналы,

При естественном радиационном фоне показаниям 0,05 – 0,20 мкЗв/ч соответствует частота повторения звукового сигнала 1 – 2 раза в с;

– примерно через 60 с после включения прибор готов к работе, при этом между вторым и третьим разрядом должна быть точка. При отсутствии точки 3 – 4 раза переведите переключатель из положения «част/(мин х $см^2$)» в положение «мкЗв/ч».

Поместите прибор в то место, где хотите провести измерения.

2. Определите величину МЭД гамма-излучения в нескольких точках: в учебной аудитории, в коридоре, на лестнице (на разных этапах). Значение на цифровом табло примерно через 25с соответствует мощности гамма-излучения в данном месте, выраженной в микрозивертах в час (мкЗв/ч), а без учета точки (запятой) – в микрорентгенах в час (мкР/ч).

3. Интенсивность радиоактивного излучения, возникающего в результате радиоактивного распада, является величиной непостоянной, колеблющейся вблизи некоторого среднего значения. Поэтому последовательные показания прибора отличаются друг от друга иногда в 1,5 – 2 раза.

Для точной оценки радиоактивного фона запишете 10 – 20 показаний при неизменных внешних условиях (прибор должен быть неподвижен относительно исследуемого объекта, тогда внешний фон заметно не изменяется) и вычислите среднее арифметическое значение.

4. Результаты измерения занесите в таблицу 4.21.

Таблица 4.21.

Радиационный фон учебных помещений

Место измерения	Показатели прибора	Естественный радиационный фон
Учебная аудитория	1-е измерение 2-е измерение … 10-е измерение	0,05 – 0,20
	Среднее значение из 10-ти измерений	
Коридор	1-е измерение … 10-е измерение	
	Среднее значение из 10-ти измерений	
Лестница	1-е измерение … 10-е измерение	

	Среднее значение из 10-ти измерений	

5. Сделайте выводы о соответствии полученных вами значений радиационного фона учебных помещений естественному радиоактивному фону.

6. Объясните различия в уровнях радиации отдельных помещений учебного заведения.

7. Определение уровня шума в учебных помещениях

Шум – один из видов физического загрязнения на рабочем месте. Чаще всего шум представляет собой сочетание многих тонов разных уровней (громкости) и высот (частот).

Уровень шума измеряется в децибелах (дБ). У человека диапазон уровней звукового давления от порога слышимости до порога болевого ощущения составляет 120 – 140 дБ. Шум воздействует на кровообращение, центральную нервную систему, создает утомление организма, вызывает агрессивность, нарушения сна. Шум приводит к затруднению общения между людьми, к раздражению. Длительно действующий шум на уровне 85 – 90 дБ и выше опасен может привести к потере слуха. Для измерения уровня шума используют шумомеры различных марок. Принцип работы прибора заключается в том, что звуковые колебания, воспринимаемые микрофоном, преобразуются в пропорциональные электрические сигналы, которые затем усиливаются, и измеряются индикатором, проградуированным в децибелах.

Ход работы:

1. Установите микрофон шумомера на расстоянии 30-50 см от рабочего места.

2. Установите переключатели на передней панели прибора в следующие положения:

переключатель характеристик – в положение С,

переключатель уровней – в положение 120 дБ,

переключатель инертности – в положение «Медленно»,

переключатель контроля питания – в пол «Работа».

3. Включите тумблер питания, при этом загорится красная сигнальная лампочка.

4. Определите уровень звукового давления по индикаторному прибору шумомера. При измерении уровней от 85 до 55 дБ переключатель характеристик установите в положение «В», а при измерении уровней ниже 50 дБ – в положение «А». Ручкой переключателя уровней выводят стрелку индикатора правее деления «0» шкалы.

5. Провести расчет по формуле:

$$L = a + в, \text{ где}$$

L - уровень звукового давления, дБ;
а – показания переключателя, дБ;
в – показания индикатора, дБ.

6. Определите уровень шума в аудитории, затем в коридоре, в столовой.

7. Полученные данные занесите в табл. 4.22.

Таблица 4.22.

Уровень шума в различных помещениях

Помещение	Уровень шума, дБ	
	Результаты измерения	Допустимый уровень
Учебная аудитория		40
Коридор		60
Лестница		60
Столовая		60

8. Сделайте вывод о соответствии уровня шума в различных помещениях санитарно-гигиеническим нормам.

9. Выясните причины разного уровня шума в обследуемых помещениях.

10. Предложите меры, способствующие снижению уровня шумового загрязнения.

8. Изучение степени запыленности воздуха и его загрязненности микроорганизмами

Материалы и оборудование: Прозрачная клеящая пленка, чашки Петри с питательной средой, термостат.

Изучение степени запыленности воздуха

Для получения сравнительных оценок о запыленности различных помещений производят отбор проб с выступающих поверхностей на высоте 0,5 – 1,5 м от уровня пола (поверхность рабочих столов, шкафов, листьев комнатных растений, подоконников, стен и пр.).

Ход работы:

1. В выбранных местах приложите к выступающей поверхности прозрачную клеящую пленку. Затем пленку снимите и той стороной, где отпечатался слой пыли, прикрепите к белой бумаге.

2. Сравните запыленность поверхностей из разных помещений.

3. Сделайте вывод о степени запыленности воздуха в различных помещениях университета.

Определение загрязнения воздуха микроорганизмами

Ход работы:

1. Для того чтобы определить количественный и качественный состав микроорганизмов в воздухе различных помещений университета, необходимо провести посев микроорганизмов в этих помещениях методом осаждения. Для этого оставьте чашки Петри с питательной средой (мясо-пептонный агар, приготовление см. в Приложении) в данных помещениях открытыми в течение 5 мин., на площади в 100 $см^2$ осядет то количество микроорганизмов, которое содержится в 10 л воздуха.

2. Повторите опыт еще 2 раза.

3. Поставьте чашки Петри после посева в термостат (– 27^oC) на трое суток.

4. Подсчитайте количество микроорганизмов. При этом следует учитывать, что одна бактериальная клетка в благоприятных условиях дает начало новой колонии.

5. Рассчитайте содержание микроорганизмов в 10 л воздуха по формуле:

$$x = 100 \times A / 63{,}6,$$ где

x – количество микроорганизмов, содержащихся в 10 л воздуха (на площади в 100 $см^2$);

A – количество микроорганизмов, содержащихся в чашке Петри (на площади в 63,6 $см^2$). По возможности определите таксономическую принадлежность микроорганизмов.

6. Определите уровень бактериального загрязнения в 1 $м^3$ воздуха. Содержание микроорганизмов в 10 л воздуха умножается на 100.

7. Полученные данные занесите в таблицы 4.23 и 4.24:

Таблица 4.23.

Определение степени загрязнения помещений различными таксонами микроорганизмов

Место взятия пробы	Количество спор в $м^3$ воздуха		
	бактерии	плесневые грибы	актиномицеты
Аудитория			
Коридор			
Столовая			

Таблица 4.24.

Измерение уровней запыленности и Бактериального загрязнения воздуха различных помещений

Место взятия пробы	Уровень запыленности*	Уровень бактериального загрязнения (N микробов в 1 $м^3$

		воздуха)
Аудитория		
Коридор		
Столовая		

Примечание. Уровень запыленности целесообразно выражать в баллах:
0 – отсутствие пыли; 1 – слабая запыленность, 2– средняя запыленность; 3 – сильная запыленность; 4 – очень сильная запыленность.

8. Проведите сравнительный анализ полученных данных и сделайте вывод об уровне бактериального загрязнения воздуха различных университетских помещений.

9. Какие таксоны микроорганизмов преобладали?

10. Проведите корреляцию между запыленностью помещений и уровнем бактериального загрязнения воздуха.

11. Предложите меры по борьбе с бактериальным загрязнением воздуха.

Справочный материал

Бактерии – колонии гладкие или морщинистые; блестящие либо матовые; круглые либо неправильной формы; белые, серые, часто желтые, красные, розовые, выпуклые, плоские, с вогнутым центром (никогда не бывают пушистыми).

Плесневые грибы – колонии разной окраски; большие, иногда распространяются по *всей* поверхности питательной среды; обычно круглые, всегда пушистые.

Актиномицеты – колонии плотные, часто кожистые; выпуклые либо плоские, круглые либо фестончатые; обычно белые, серые, темно-коричневые. Поверхность колонии актиномицетов покрыта шелковистым либо мучнистым налетом.

9. Составление экологического паспорта учебного помещения

Ход работы:

1.Проанализируйте результаты выполненных лабораторных работ по теме «Методы экологического мониторинга учебных заведений» и заполните бланк «Экологический паспорт учебной аудитории».

Таблица 4.25.

Экологический паспорт учебной аудитории №	Показатель	Результаты измерения	Санитарно-гигиеническая норма
1	Площадь, $м^2$		2,0

2	Кубатура, $м^3$		4-5
3	Температура воздуха, $^0С$ - в теплый период года - в холодный и переходный периоды		 +20-25 +18-22
4	Относительная влажность, % - в теплый период года - в холодный и переходной периоды		 4-60 65
5	Коэффициент аэрации		1/50
6	Кратность обмена воздуха		3,0-6,0
7	Световой коэффициент		1/4-1/6
8	Коэффициент заглубления окон		не ниже 1/2
9	Освещенность рабочего места (лк)		300-2000
10	Радиационный фон (мкЗв/ч)		0,05-2,0
11	Уровень шума, дБ		не более 40
12	Уровень бактериального загрязнения (N микробов/$м^3$ воздуха)		

2. Сделайте вывод об экологическом состоянии учебной аудитории, соответствии помещения и рабочих мест студентов санитарно-гигиеническим нормам.

3. Если необходимо, разработайте рекомендации по улучшению качества среды в учебных аудиториях.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1.

Методика проращивания и определения всхожести семян

Для успешного проведения биотестирования и получения сопоставимых данных следует использовать семена с высокой всхожестью и из одной партии. Поэтому перед постановкой эксперимента проводят проверку всхожести семян. Для биотестирования берут семена со всхожестью не менее 70%. Под всхожестью семян понимают количество нормально проросших семян в пробе, взятой для анализа, выраженное в процентах

При определении всхожести на дно чашек Петри настилают слой фильтровальной бумаги, увлажняют водой до полной влагоемкости и раскладывают 25-100 семян. Семена накрывают еще 1-2 слоями фильтровальной бумаги, смоченной тем же раствором. На крышку чашки Петри приклеивают этикетку с необходимой информацией (этикетку, заполненную простым карандашом, можно поместить внутри чашки), чашки закрывают и помещают в термостат для проращивания (при отсутствии термостата их выдерживают при комнатной температуре). При проращивании семян необходимо соблюдать следующие условия: не допускать пересыхания и переувлажнения; обеспечивать вентиляцию, приоткрывая на несколько секунд крышки чашек Петри; перед закладкой семян на проращивание дезинфицировать используемую посуду.

К числу всхожих семян у пшеницы относят семена, имеющие нормально развитые корешки размером не менее длины семени и росток, составляющий не менее половины длины семени.

К невсхожим семенам относят:

а) набухшие семена, которые к моменту подсчета не проросли, но имеют здоровый вид и при надавливании пинцетом не раздавливаются;

б) загнившие семена - с мягким, разложившимся эндоспермом, с загнившим зародышем и семядолями, с почерневшим зародышем, с частично или полностью загнившими корешками;

в) твердые семена, которые к моменту определения всхожести остались ненабухшими и не изменили внешнего вида;

г) ненормально проросшие семена с уродливыми ростками и корешками, у которых при наличии ростка отсутствуют корешки или наоборот.

Всхожесть семян определяют по формуле:

$$B = (a/в) * 100\%,$$

где В - всхожесть семян, %,

а - число проросших семян,

в – общее число семян в чашке Петри.

Среда Чапека

Среду Чапека используют для выращивания грибов и бактерий.
В 1л дистиллированной воды растворить KCl -0,5г; $MgSO_4$ -0,5г; K_2HPO_4 – 1г; $FeSO_4$ –0,01г; $NaNO_3$ – 2г; $CaCO_3$ – 3г; глюказа или сахароза – 20г; агар – 20г.

Приготовление культуры микроорганизмов

1. Измельченное сено заливают водой, кипятят 10-15 минут, охлаждают, настаивают 2-3 суток до образования бактериальной пленочки. Добавляют 1-2 мл воды из водоема, аквариума или комочек свежей почвы. Выдерживают 1-2 суток.
2. Листья капусты отваривают 10-15 минут, отвар сливают, охлаждают, в него помещают небольшой комочек почвы. Выдерживается в термостате 1-2 суток.
3. Комочек почвы взбалтывают с водой в небольшой емкости, закрывают неплотно куском бумаги, выдерживают в термостате 1-2 суток.

Следует отметить, что в размножении простейших (как и всех организмов) существуют циклы. Так, они хорошо размножаются весной и летом, хуже – осенью и плохо – в зимние месяцы. Кроме того, даже при хорошем их размножении в вышеуказанные периоды они прекращают движение в холодном лабораторном помещении (температура ниже +18 – 20^{o}C), особенно при соприкосновении с холодным предметным стеклом, независимо от токсического эффекта.

Приготовление кашиц и настоев

Мелко нарезанные листья растений быстро растирают в ступке и сразу помещают на часовое стекло. В случае длительного стояния растертого материала фитонцидная активность теряется. Если листья недостаточно влажны и плохо растираются, в ступку добавляют небольшое количество воды. При растирании твердых листьев (эвкалипта, тополя, хвойных) в ступку добавляют дробленое просеянное через сито (1-2 мм) стекло или крупный промытый речной кварцевый песок. При дроблении стекла лучше использовать полотняный мешочек и молоток.

Для приготовления настоев растения измельчают до частиц размером 1-5 мм, заливают кипятком, кипятят на слабом огне 3-5 мин., настаивают 1-2 суток в термостате. Не следует сильно измельчать растения (в кофемолке). При заливании водой это приводит к слеживанию материала и плохой экстракции активных веществ.

Приготовление мясо-пептонного агара (МПА)

Если нет возможности достать готовый препарат, то свежее мясо нарежьте мелкими кусочками, залейте водой (в соотношении 1: 2) и дайте постоять на протяжении 18 – 24 часов при +4 – 6 С. После этого отожмите мясо, чтобы удалить воду. Полученный настой прокипятите в течение 1 часа и отфильтруйте. Долейте дистиллированной водой до прежнего объема, разлейте по колбам и стерилизуйте его путем трехразового кипячения по 30 мин с суточным интервалом.

К полученной мясной воде добавьте 1% пептона или желатина и 0,5% чистой поваренной соли и прокипятите в течение 10 мин.

Добавляя необходимое количество кислоты или щелочи, доведите pH до 7,2 – 7,4. Снова прокипятите в течение 10 мин и разлейте по колбам. Простерилизуйте раствор.

Полученный мясо-пептонный бульон остудите, залейте им нарезанный агар-агар (на 1 л бульона 2 – 3% агар-агара), проварите в эмалированной кастрюле в течение 30 мин, затем отфильтруйте раствор и доведите pH до 7,2 – 7,4.

Индекс токсичности

Для получения сопоставимых результатов по итогам тестирования рассчитывают индекс токсичности по формуле:

$$ИТФ = ТФ_о/ТФ_к, \text{ где}$$

ИТФ – индекс токсичности оцениваемого фактора;
$ТФ_о$ – значение регистрируемой тест-функции в опыте;
$ТФ_к$ - значение регистрируемой тест-функции в контроле.

При вычислении ИТФ можно использовать несколько контролей. Их выбор зависит от решаемых задач.

В качестве аналитического контроля может использоваться искусственная питательная среда, на которой выращивают тест-объект. Основной недостаток аналитического контроля – искусственна природа питательной среды, что затрудняет экстраполяцию полученных результатов на конкретные природные условия.

В качестве экологического контроля можно использовать незагрязненный субстрат или результаты, полученные на самой удаленной от источника загрязнения точке в фоновой зоне.

С целью формализации полученных данных используется шкала, состоящая из 6 классов токсичности.

Шкала токсичности

Класс токсичности	Величина токсичности (ИТФ)	Пояснения
VI класс Стимуляция	> 1,1	Фактор оказывает стимулирующее воздействие на тест-объект, величина тест-функции в опыте превышает контрольные значения.
V класс Норма	0,91-1,1	Фактор не оказывает существенного влияния на развитие тест-объекта, величина тест-функции находится на уровне контроля.
IV класс Низкая токсичность	0,71-0,9	Происходит снижение величины тест-функции в опыте по сравнению с контролем
III класс Средняя токсичность	0,5-0,7	То же
II класс Высокая токсичность	< 0,5	То же
I класс токсичности Сверхвысокая токсичность		Наблюдается обесцвечивание клеток тест-организма, их полная гибель

Приготовление реактивов

Приготовление аммиачного буферного раствора, pH = 11.

10г хлористого аммония растворяют в мерной колбе в дистиллированной воде, добавляют 50 мл 25%-ного раствора аммиака и доводят до 500мл дистиллированной водой. Буфер хранят в темноте в плотно закрытой колбе.

Приготовление 0,05М раствора этилендиаминтетрауксусной кислоты (ЭДТА)

9,31г динатриевой соли ЭДТА (трилона Б) растворяют в мерной колбе в дистиллированной воде и доводят до 1л. Если раствор мутный, его фильтруют. Раствор хранят в холодильнике в плотно закрытой банке; устойчив в течение нескольких месяцев.

Приготовление эриохрома черного Т

Растирают в фарфоровой ступке 0,5г эриохрома черного Т с 50г поваренной соли до равномерного распределения азокрасителя. Реактив хранят в темной плотно закрывающейся банке.

Приготовление раствора фенолфталеина

Для приготовления 1%-ного спиртового раствора фенолфталеина 1г фенолфталеина растворяют в 80см^3 этанола и доводят объем до 100см^3 водой.

Приготовление раствора дифениламина

0,05 г дифениламина растворяют в 10 мл концентрированной серной кислоты.

Приготовление реактива Грисса

(раствор сульфаниловой кислоты и α-нафтиламина)

Реактив готовится из 2-х растворов.

Раствор 1. Растворить 0,5 г сульфаниловой кислоты при нагревании в 50 мл 30%-ного раствора уксусной кислоты.

Раствор 2. 0,4 г α-нафтиламина прокипятить со 100 мл дистиллированной воды. К бесцветному раствору, слитому с сине-фиолетового осадка, прилить 6 мл 80%-ного раствора уксусной кислоты.

Приготовление сегнетовой соли

Это смесь калиевой и натриевой солей винной кислоты. В пробирку налить 2 мл 1 н. Раствора винной кислоты и 1 мл 1 н. Раствора гидроксида калия. Встряхнуть. Выпадает мелкокристаллический белый осадок. Добавить 1 н. Раствор гидроксида калия до полного растворения осадка, затем добавить карбонат натрия.

Приготовление реактива Несслера

(щелочной раствор тетрайодомеркурата (II) дигидрата калия)

Готовят на безаммиачной воде (ее приготовление описано ниже). Растворяют 2,5 г йодида калия в 5 мл дистиллированной воды (раствор №1). Готовят иодид ртути (II) сливанием растворов нитрата ртути (II) и йодида калия (раствор №2). Для этого по отдельности растворяют в 5 мл безаммиачной воды по 2,7 г нитрата ртутьи – $Hg(NO_3)_2$ х $0,5H_2O$ и йодида калия – KJ. Приготовленные растворы смешивают, при этом выпадает красный осадок HgJ_2. К полученному осадку приливают раствор KJ (раствор №1). Смесь перемешивают, при этом осадок растворяется. Объем полученного раствора доводят до 30 мл, затем добавляют 70 мл 10%-ного раствора гидроксида натрия и выдерживают в течение 2-3 суток.

Прозрачный раствор отделяют от осадка декантацией, хранят в темном месте в склянке с резиновой пробкой.

Приготовление безаммиачной воды. Устраняют следы аммиака из дистиллированной воды фильтрованием ее через катионит в H^+ форме или активированный уголь.

Т.Б! Соблюдать правила приготовления растворов с применением ядовитых веществ.

Приготовление раствора тиосульфата натрия

0,2 М раствор тиосульфата натрия: 0.5 г Na,S,0,, • 5H,0 растворить в 100 мл дистиллированной воды.

Приготовление раствора хлорида железа (III)

4,5 г соли растворить в 100 мл дистиллированной воды.

Приготовление стандартного раствора

1,95 г $CuSO_4$ • 5H,0 растворить в 1 л дистиллированной воды (в 1 мл раствора содержится 0,5 мг меди).

Приготовление раствора роданида аммония

3,8 г NH_4SCN растворить в 100 мл дистиллированной воды.

Приготовление раствора гексацианоферрата(III) калия

5,5 г $K_3[Fe(CN)_6]$ растворить в 100 мл дистиллированной воды.

Приготовление бромного раствора

К 2,5 г $KBrO_3$ прибавить 5 г КВг и растворить в 100 мл дистиллированной воды.

Приготовление раствора йодида калия

0,83 г K.J растворяют в 10 мл дистиллированной воды.

Приготовление раствора дифенилкарбазида

0.1 г реактива растворяют в 10 мл 96%-ного этилового спирта. **Техника безопасности! После работы вымыть руки.**

Приготовление раствора хромата калия

0.48 г K_2CrO_4 растворяют в 10 мл дистиллированной воды.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2.

Некоторые почвообитающие организмы

Рис.1. Полевой слизень

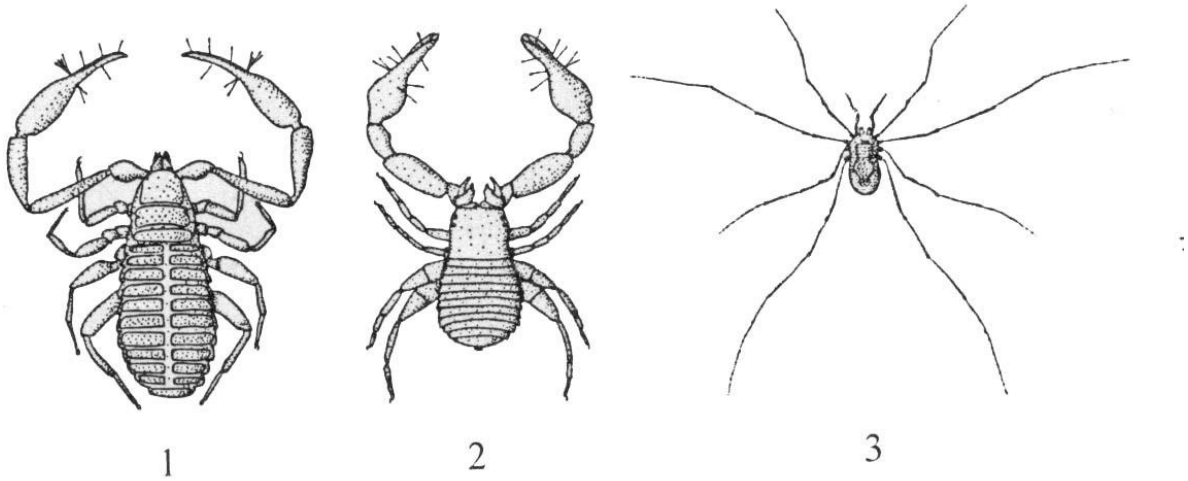


Рис.2. Внешний вид наиболее обычных паукообразных: 1 – ложноскорпион хелифер, 2 – ложноскорпион необизиум, 3 – обыкновенный сенокосец.

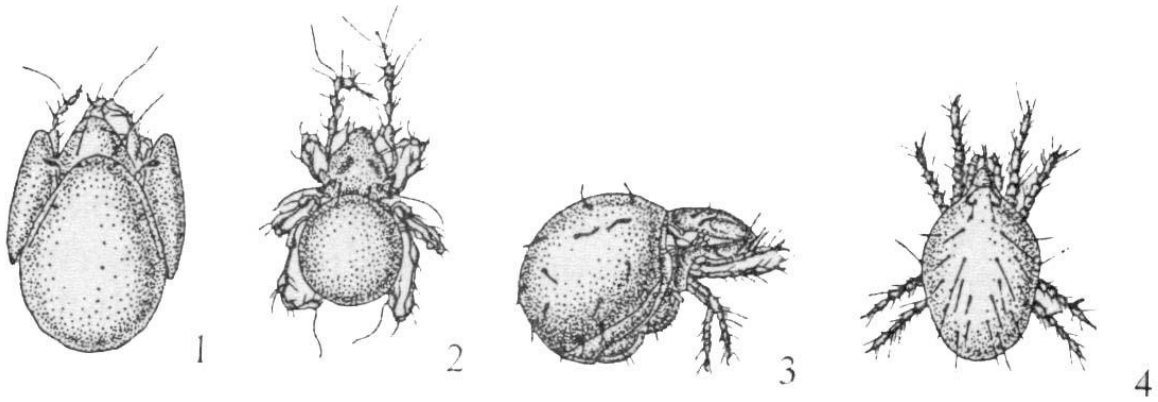


Рис.3. Типичные представители основных отрядов клещей: 1 – орибатный клещ галюмния, 2 - орибатный клещ метабельба, 3 – орибатный клещ птиракарус, 4 – крапивный паутинный клещ.

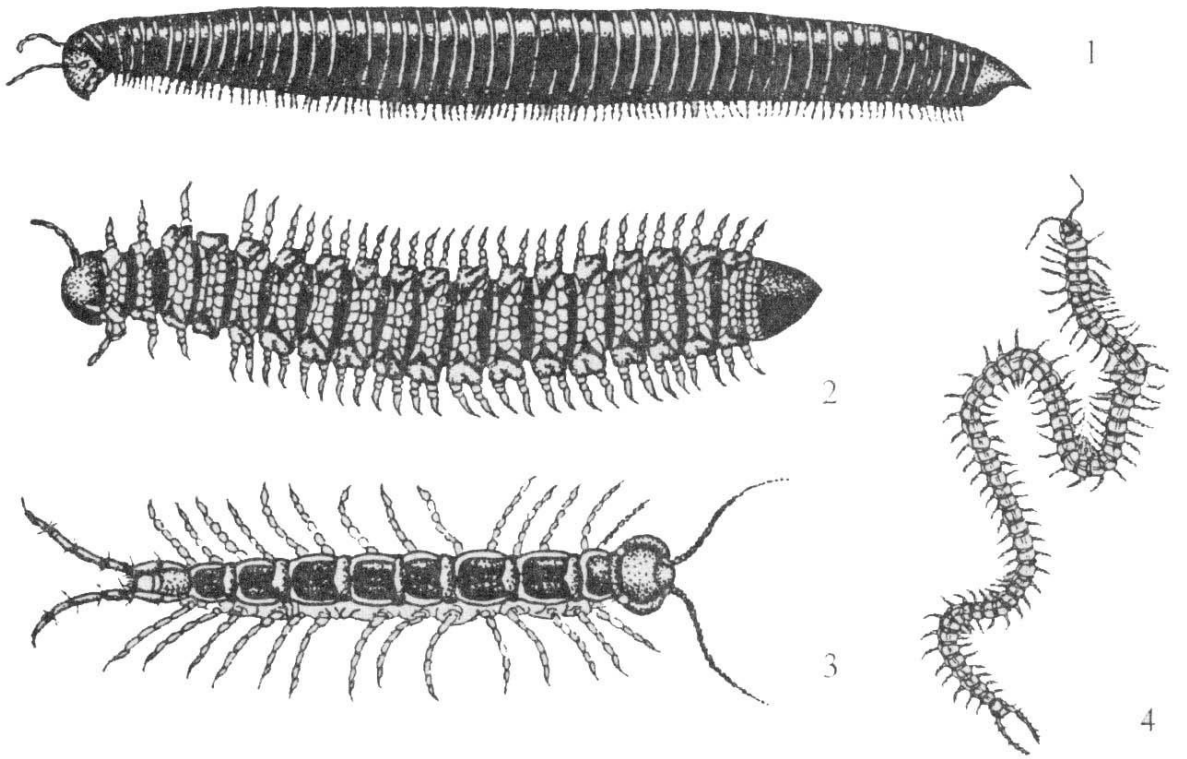


Рис.4. Почвенные многоножки: 1 – песчаный кивсяк, 2 – многосвяз уплощенный, 3 – костянка обыкновенная, 4- землелюб.

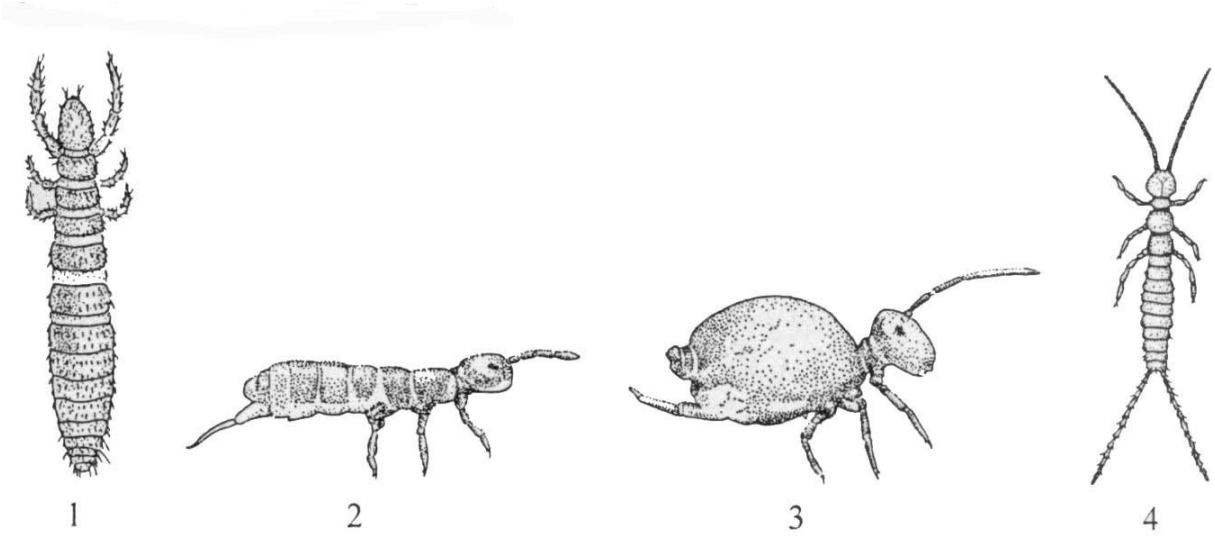


Рис.5. Скрыточелюстные насекомые: 1 – бессяжечник европейский, 2 – членистобрюхая многохвостка зеленая изотома, 3 – слитнобрюхая многохвостка сминтур, 4 – двухвостка.

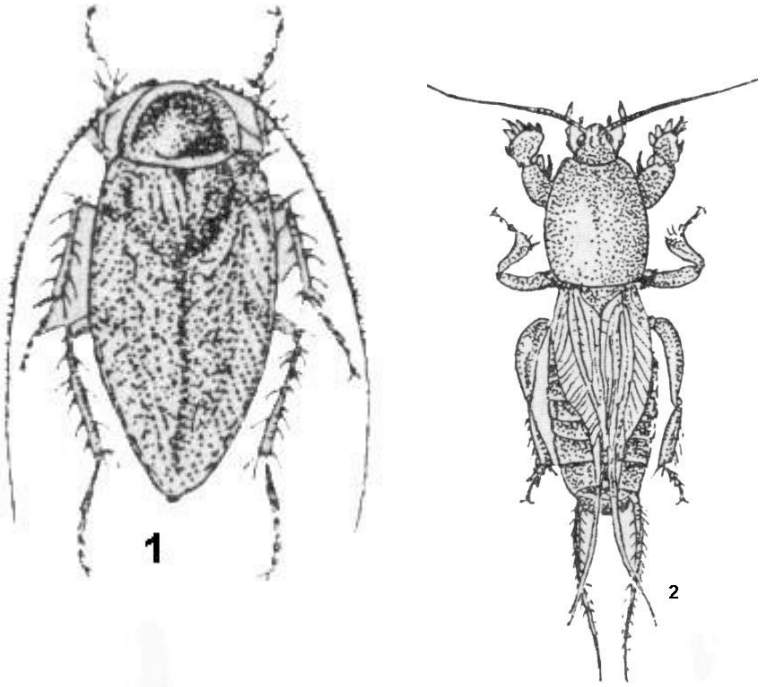


Рис.6. 1 - Тараканообразные: Лапландский таракан; 2 - Длинноусые прямокрылые: обыкновенная медведка.

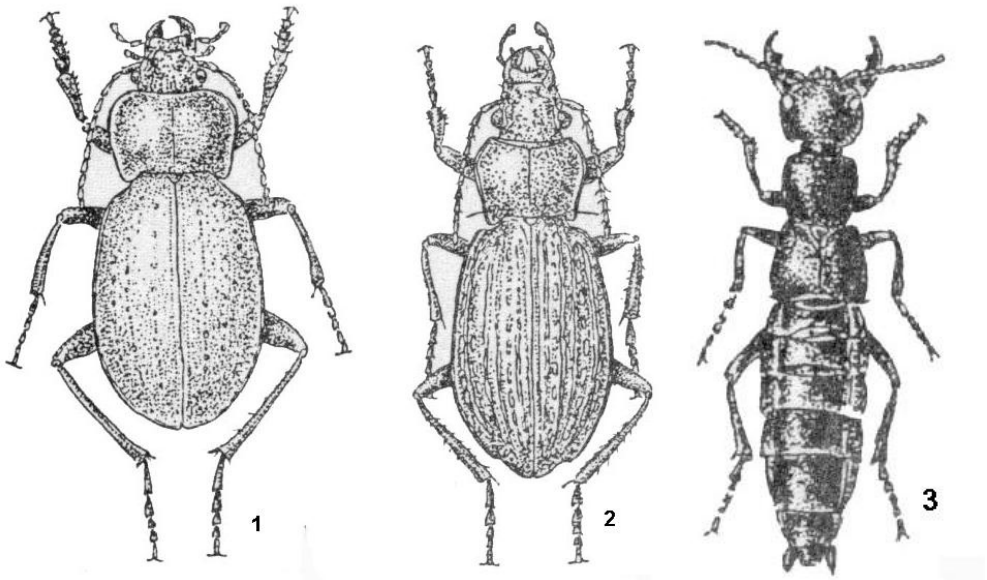


Рис.7. Наиболее обычные виды наземных жесткокрылых: 1 – жужелица лесная, 2 – жужелица зернистая, 3 – филонт.

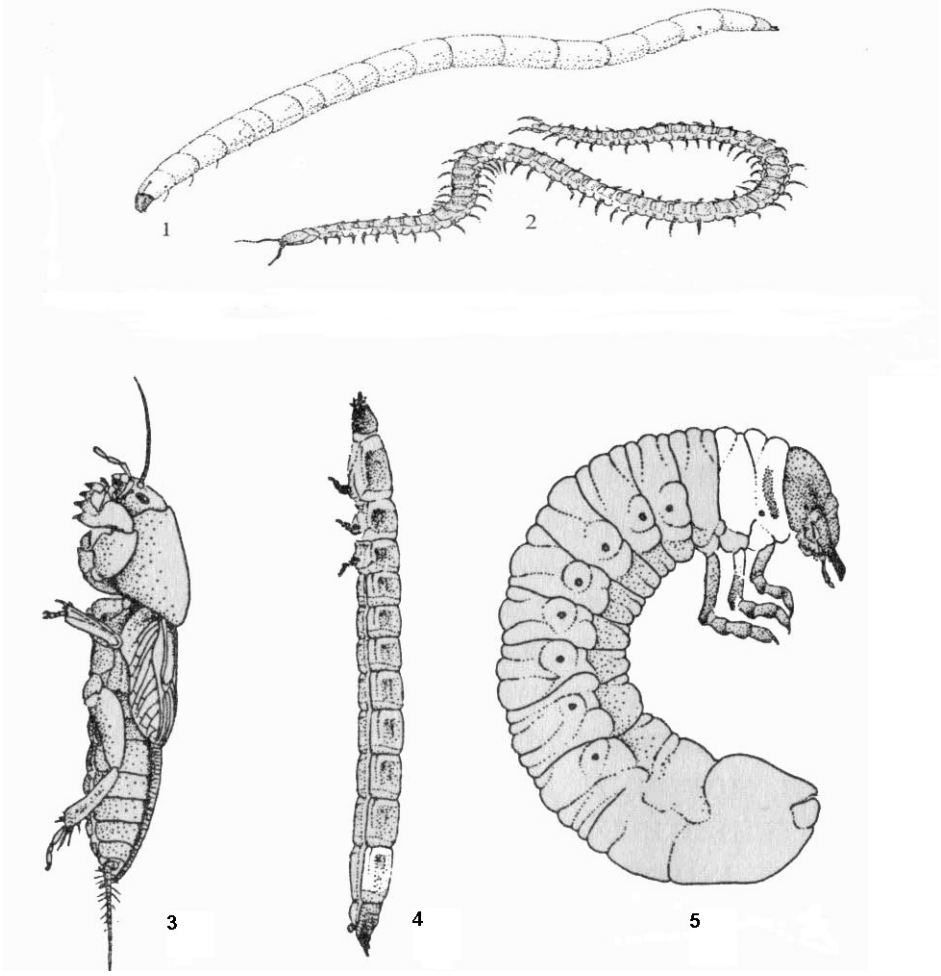


Рис.8. Почвенные насекомые: 1 – личинка лжектыря, 2 – хищная многоножка – геофил, 3 - медведка, 4 – личинка щелкуна, 5 – личинка майского жука.

Водные организмы-индикаторы

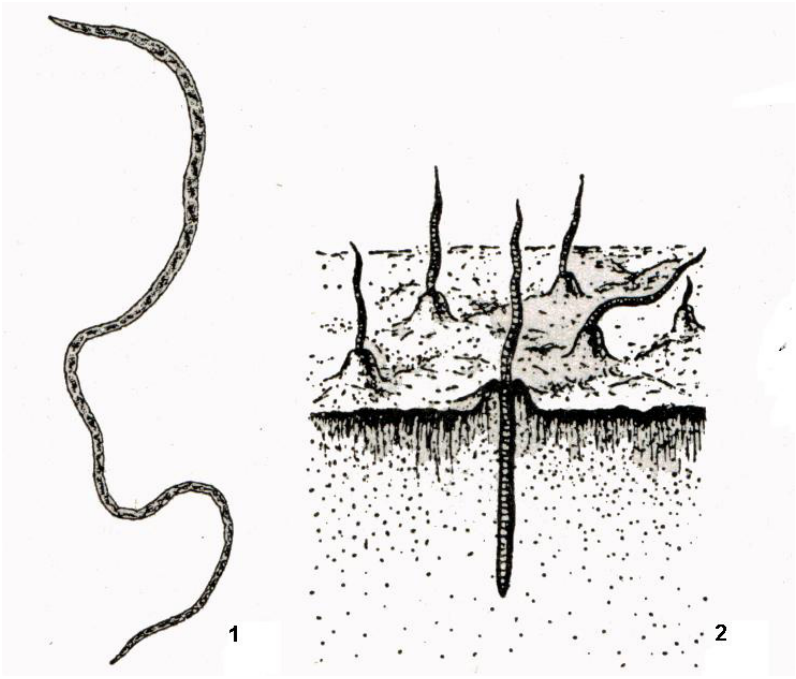


Рис.1. Внешний вид некоторых кольчатых червей: 1 – трубочник, 2 – колония трубочников на дне.

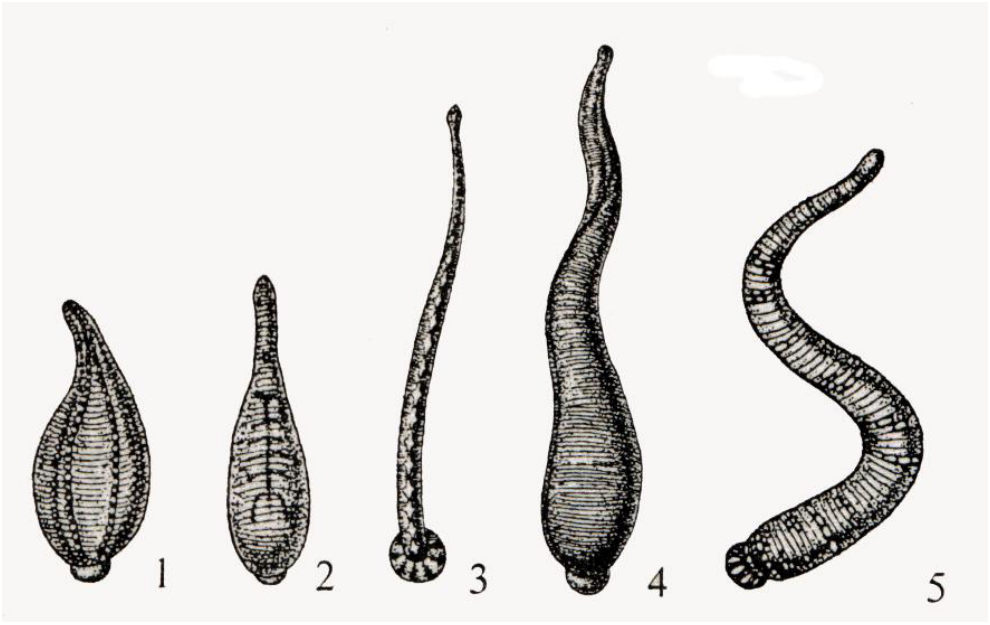


Рис.2. Наиболее обычные виды пиявок: 1 – улитковая пиявка, 2 – двуглазая пиявка, 3 – рыбья пиявка, 4 – большая ложноконская пиявка, 5 – малая ложноконская пиявка.

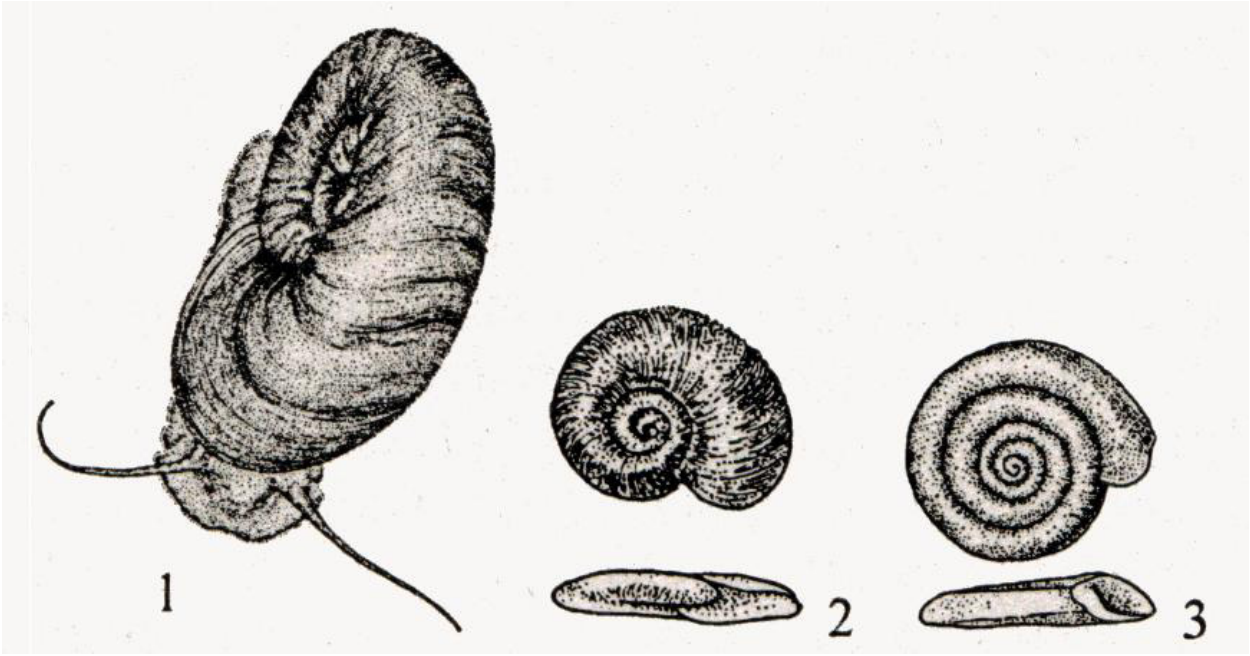


Рис.3. Представители семейства катушек: 1 – роговая катушка, 2 – сплюснутая катушка, 3 – выпуклая катушка.

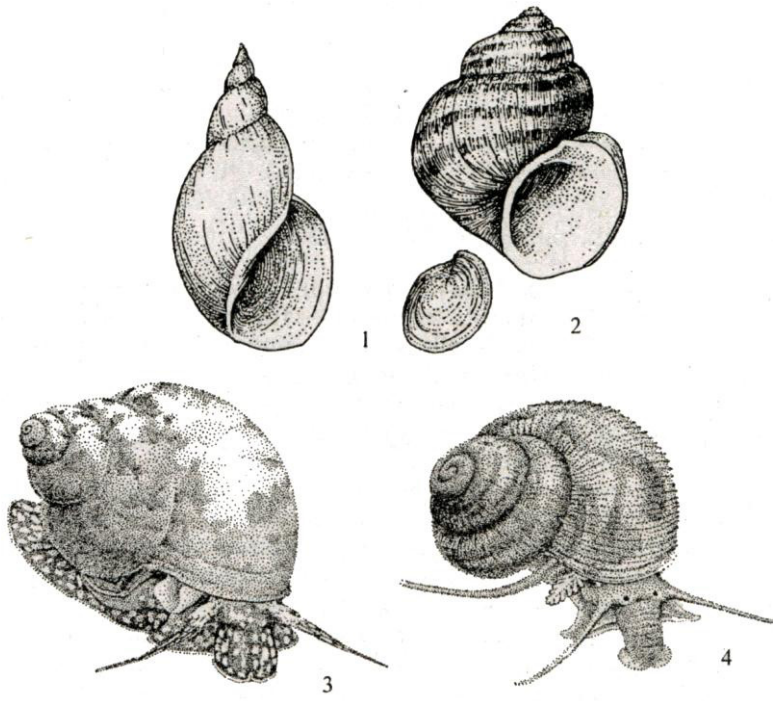


Рис.4. Некоторые представители брюхоногих моллюсков: 1 – турбоспиральная правозакрученная раковина, 2 – болотная живородка, 3 – щупальцевая битиния, 4 – затворка.

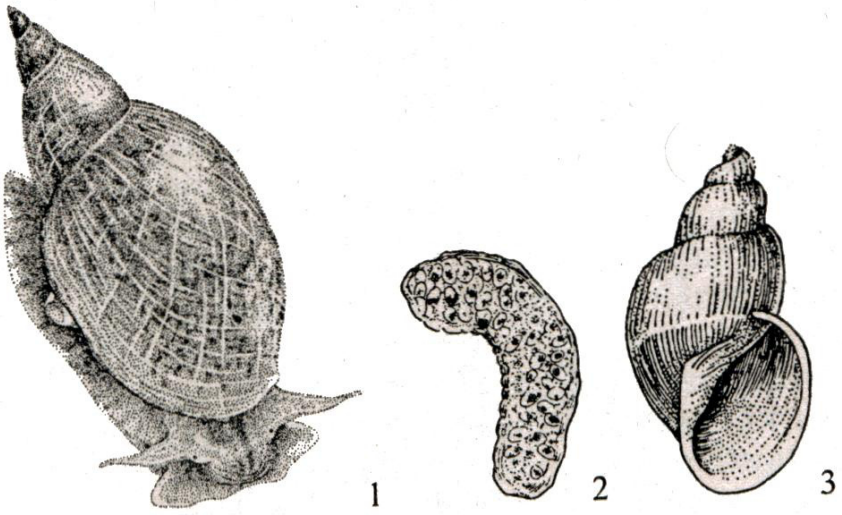


Рис.5. Прудовики: 1 – обыкновенный прудовик, 2 – кладка яиц обыкновенного прудовика, 3 – малый прудовик.

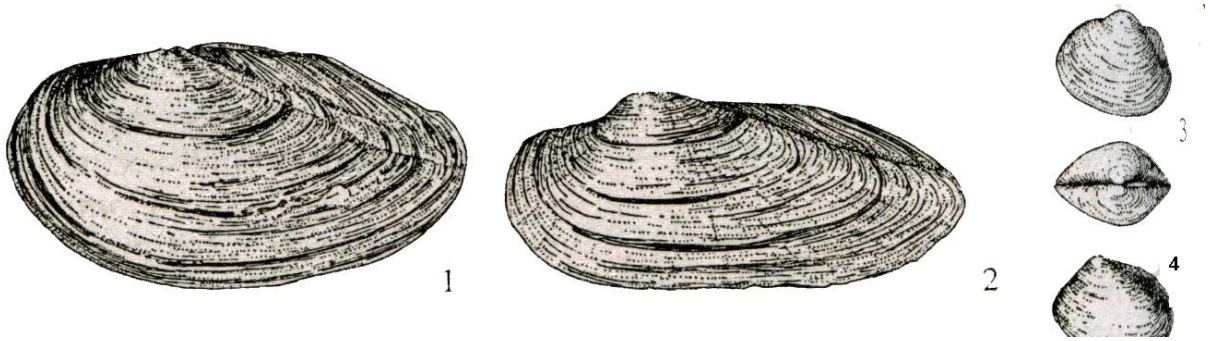


Рис.6. Некоторые пресноводные двустворчатые моллюски: 1 – беззубка, 2 – перловица, 3 – речная шаровка, 4 – горошина.

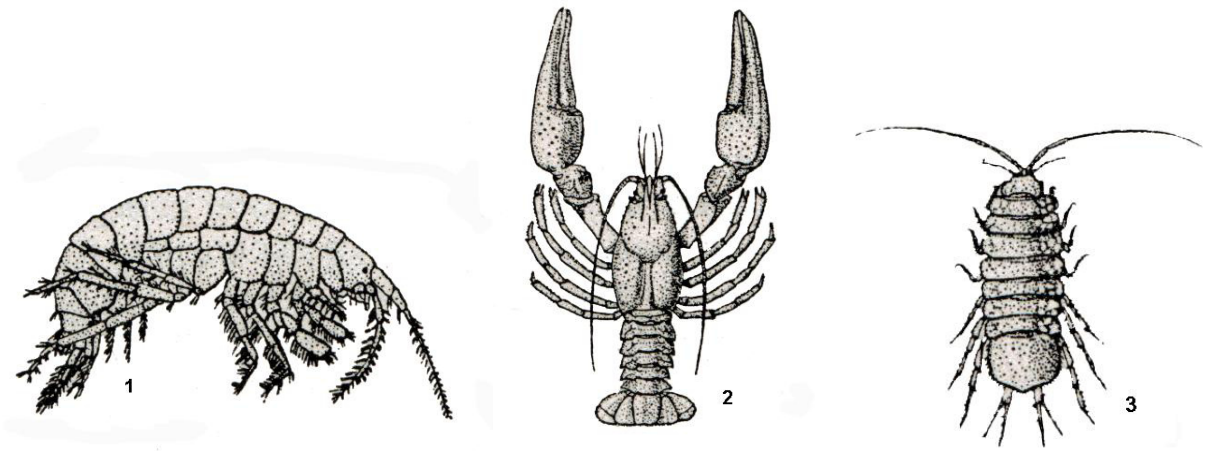


Рис.7. Высшие раки: 1 – бокоплав-блоха, 2 – речной рак, 3 – водяной ослик.

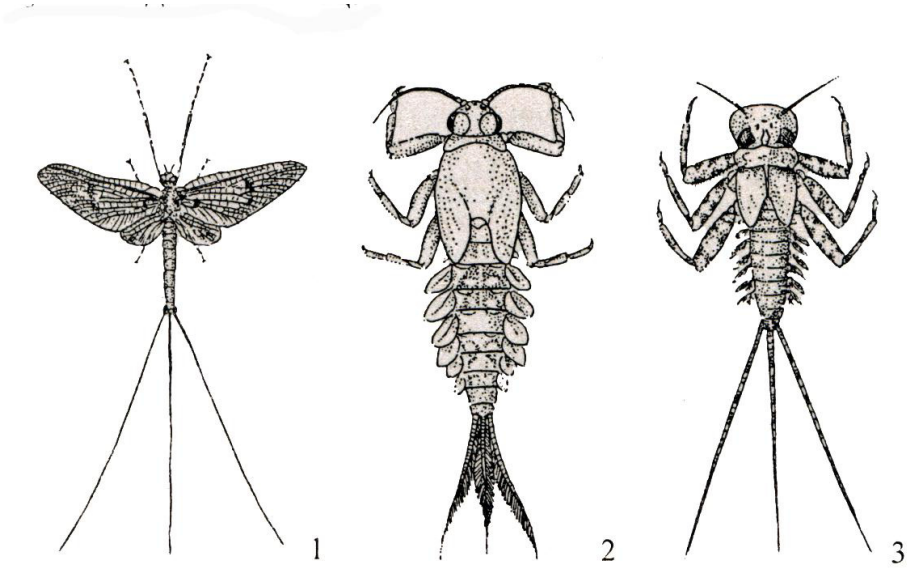


Рис.8. Поденки: 1 – внешний вид типичной поденки, 2 – личинка двухвостой поденки, 3 – личинка поденки-семидневки.

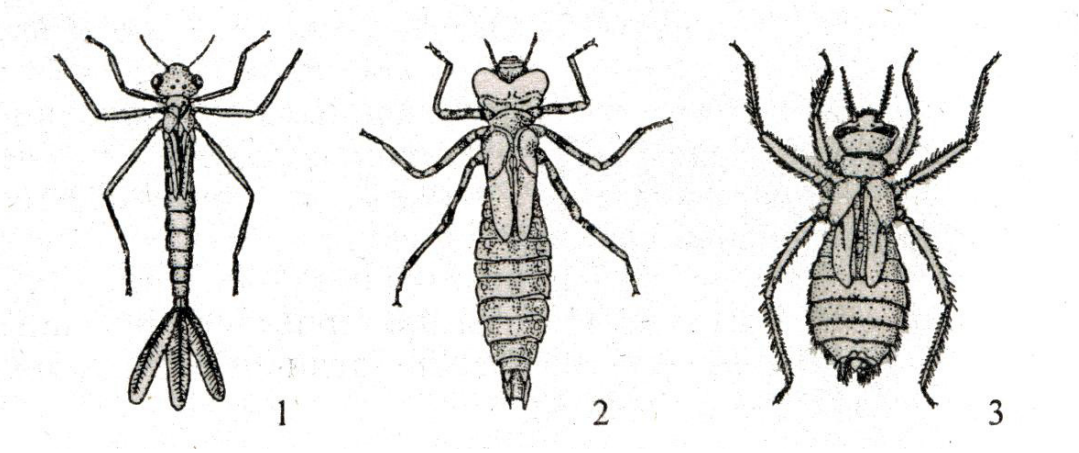


Рис.9. Биологические типы личинок стрекоз: 1 – личинки типа лютки, обитатели перифитона; 2 – личинки типа коромысло, донные хищники; 3 – личинка бабки, донный собиратель.

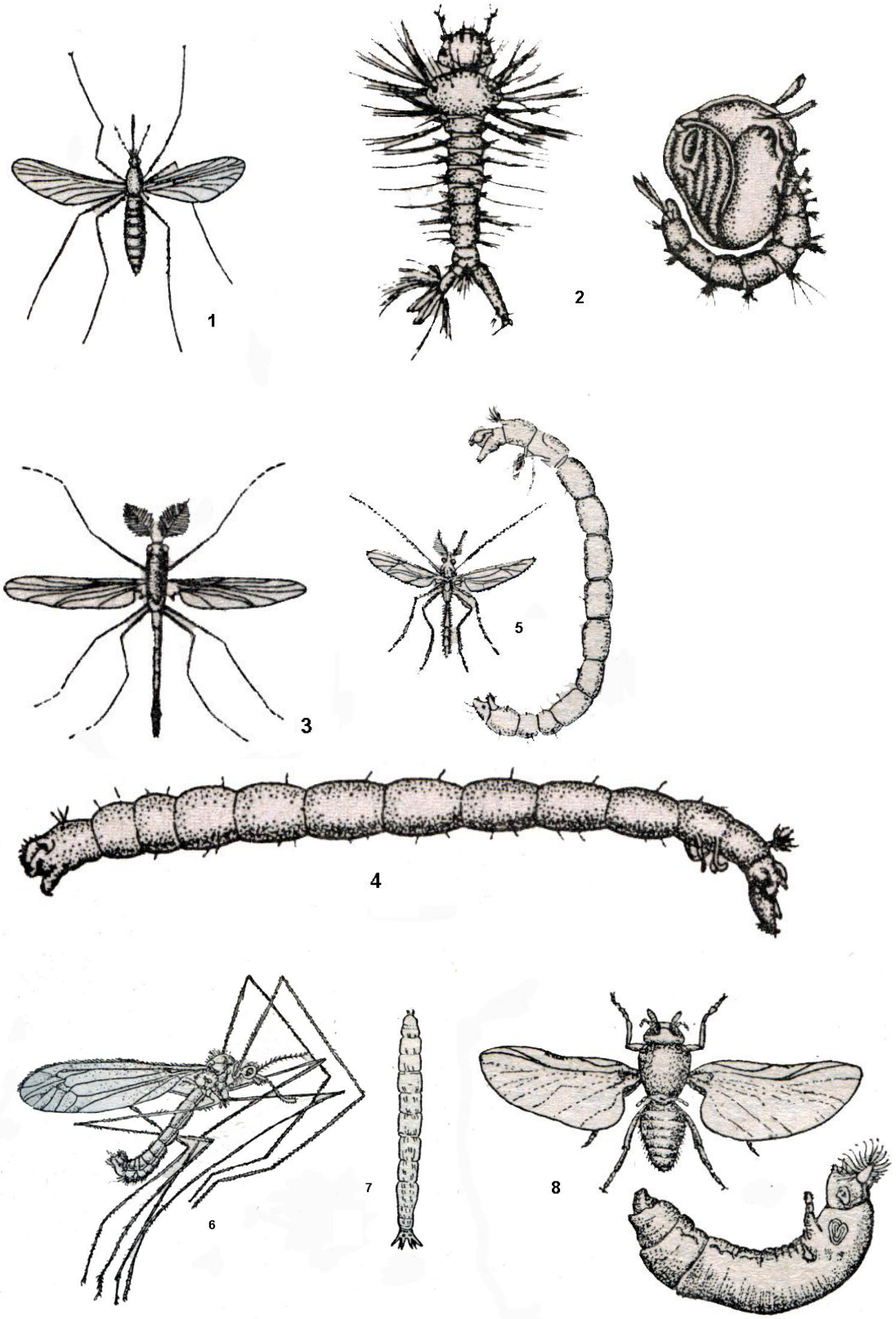


Рис.10. Представители двукрылых: 1 – настоящий комар, 2 – личинка и куколка настоящего комара, 3 – комар-звонец, 4 – личинка комара звонца, 5 – комар-дергун и его личинка «мотыль», 6 – комар-долгоножка, 7 – дыхательные отверстия комара-долгоножки, 8 – личинка комара-долгоножки, 9 - мошка и ее личинка.

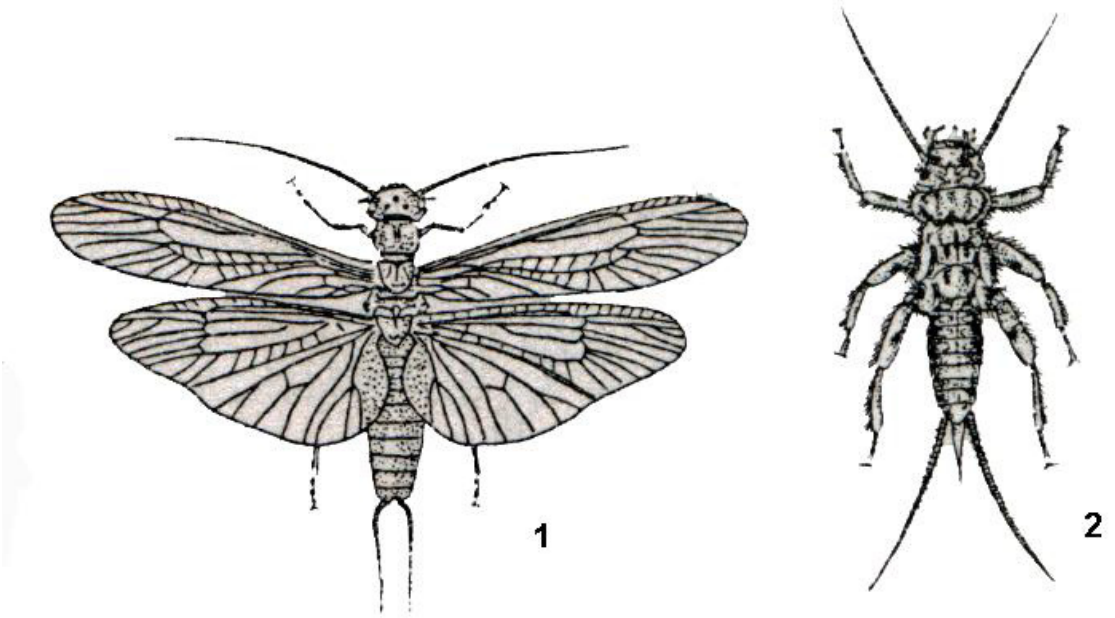


Рис.11. Веснянки: 1 – обыкновенная веснянка, 2 – личинка обыкновенной веснянки.

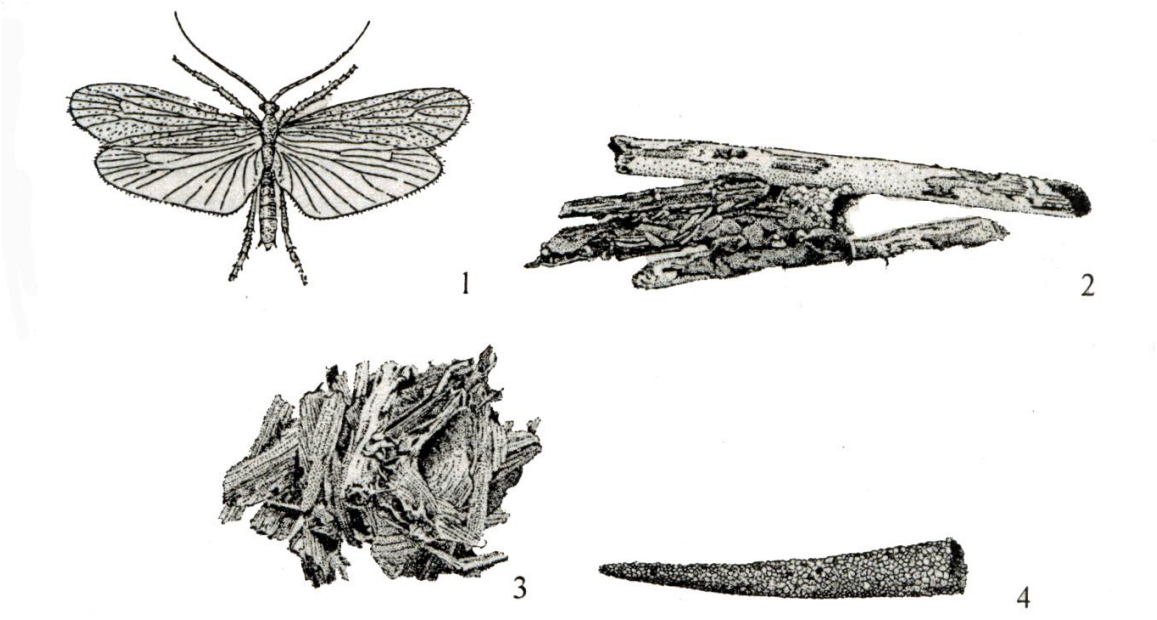


Рис.12. Ручейники: 1 – внешний вид ручейника, 2 – домик анаболии, 3 – домик лимнофила, 4 – домик тонкоуса.

ЛИТЕРАТУРА

Андреева Н.Д., Наумова Н.Н., Сидельникова Г.Д., Соломин В.П. Практикум по экологии: Учебно-методическое пособие. СПб.: Изд-во РГПУ им. А.И. Герцена, 2000. 50с.

Алексеев С. И. Экология. М.: Московский государственный университет экономики, статистики и информатики, 2006. Режим доступа: http://biblioclub.ru

Арустамов Э.А. Экологические основы природопользования. - М.: Изд. дом «Дашков и К». 2007.

Ашихмина Т.Я. Школьный экологический мониторинг. Учебно-мет. Пособие. – М.: АГАР, 2000. 386с.

Биоиндикация загрязнений наземных экосистем / Под ред. Р.Шуберта. М.: Мир, 1988. 350с.

Биологические методы оценки природной среды. Изд-во Наука, 1978.

Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование / под ред. О. П. Мелеховой и Е. И. Сарапульцевой. - 2-е изд.; испр. - М.: Академия, 2008.

Биология с основами экологии: учеб. для студентов вузов / под ред. А. С. Лукаткина. - М.: Академия, 2008.

Вартанов А. 3. Методы и приборы контроля окружающей среды и экологический мониторинг - М.: Горная книга, 2009. Режим доступа: http: //www. biblioclub. ru

Викторов С.В., Ремезова Г.Л. Индикационная геоботаника. – М.: изд-во МГУб 1988. 167с.

Влияние промышленных предприятий на окружающую среду. М.Наука, 1987.

Гиляров М., Криволуцкий Д. Жизнь в почве. М.: Молодая гвардия, 1971.

Гогмачадзе Г. Д. Агро-экологический мониторинг почв и земельных ресурсов РФ - М.: МГУ, 2010. Режим доступа http: //www. biblioclub. ru

Голубец М.А. Актуальные вопросы экологии. – Киев: Наук. думка, 1982.

Голубкина Н.А., Шамина М.А. Лабораторный практикум по экологии – М.: ФОРУМ: ИНФРА – М, 2003г, 56с.

Горышина Т.К. Экология растений: Учеб. пособие. – М.: Высшая школа, 1979. 368с.

ГОСТ 4151-72. Вода питьевая. Метод определения общей жесткости.

Грин Н., Стаут У., Тейлор Д. Биология, т.2. М.: «Мир», 1996, 325с.

Другов Ю. С. Мониторинг органических загрязнений природной среды. 500 методик: практ. руководство / Ю. С. Другов, А. А. Родин. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009.

Душенков В.М., Макаров К.В. Летняя полевая практика по зоологии беспозвоночных: Учеб. пособие для студ. высш. пед. учеб. заведений. – М.: Издательский центр «Академия», 2000, 256с.

Дядюн Т.В. Экологический практикум «Мир воздуха». Биология в школе, №3, 2000г., с. 11-12.

Емельянов А.Г. Основы природопользования. - М.: Академия. – 2004.

Животный мир Башкортостана. Под ред. Баянова М.Г., Кучерова Е.В., 2-е изд., перераб и доп. Уфа: Китап, 1995. 312с.

Израэль Ю.А. Экология и контроль состояния природной среды. – Л.: Гидрометеоиздат, 1979. 560с.

Кабиров Р.Р. Альготестирование и альгоиндикация (метод. аспекты, практ. использ.) БашГПИ, Уфа, 1995. 125с.

Кабиров Р.Р., Прошкина Е. А., Сугачкова Е.В. Методическое руководство по проведению практических занятий по экологии (для учителей общеобразовательных школ, гимназий, лицеев, студентов университетов, педагогических институтов). Баш ГПИ – Уфа, 1999. 46с.

Кабиров Р.Р. Оценка качества окружающей среды. - Уфа: Вагант, 2005.

Коробкин В. И. Экология: учеб. для студ. вузов / В. И. Коробкин, Л. В. Передельский. - Изд. 12-е ; доп. и перераб. - Ростов н/Д. : Феникс, 2006, 2007, 2008, 2009.

Кочурова Т.И. Апробация методик биоиндикации, рекомендуемых для экомониторинга Кировской области // Муниципальные проблемы природопользования. Мат-лы 3-й науч.-практ. конф. – Кирово-Чепецк, 1994, с. 32-33.

Криволуцкий Д.А. Почвенная фауна в экологическом контроле. М. «Наука», 1994. 270с.

Кузнецов М.А., Ибрагимов А.К., Неручев В.А., Юлова Г.А. Полевой практикум по экологии. М., 1994.

Лесные экосистемы и атмосферное загрязнение под ред В.А.Алексеева. Л.:Наука, 1990.

Мансурова С.Е., Кокуева Г.Н. Следим за окружающей средой нашего города: 9-11 кл.: Школьный практикум. М.:Гуманит. Изд. Центр ВЛАДОС, 2001. 112с.

Методика определения выбросов автотранспорта для проведения сводных расчетов загрязнения атмосферы городов, Москва, 1999.

Методические указания по определению нитратов в продукции растениеводства: Утверждены Агропромом СССР за №4228/86 от 24.11.1986 и дополнение к ним. 92с.

Миркин Б.М. Экология Башкортостана. - Уфа: ГУП «Табигат» 2005.

Миркин Б.М. Основы общей экологии. - М.: Унив.кн., 2005.

Мухачева Н.А., Гайнуллина Т.А. Руководство к практическим занятиям по гигиене с основами экологии человека. Уфа: РИО РУНМЦ Госкомнауки РБ, 2001, 125с.

Никитин Д.П., Новиков Ю.В. Окружающая среда и человек: Учеб. пособие для студ. Вузов –2-е изд., перераб. и доп. - М.: Высшая школа, 1986. 415с.

Новиков Ю.В. Экология, окружающая среда и человек: Учеб. пособие для вузов, средних школ и колледжей. – 2-е изд., испр. и доп. М.: ФАИР-ПРЕСС, 2002. 560с.

Новиков К. Н., Котелевцев С. В., Козлов Ю. П. Свободнорадикальные процессы в биологических системах при воздействии факторов окружающей среды. - Российский университет дружбы народов, 2011. Режим доступа: http://biblioclub.ru

Охрана окружающей среды и качество жизни. Правовые аспекты/ М.: РАН ИНИОН, 2011. Режим доступа: http://biblioclub.ru

Пивоваров Ю. П. Радиационная экология: учеб. пособие - М.: Академия, 2004.

Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем, т.VI. Ленинград: Гидрометеоиздат, 1983. 244с.

Раменский Л.Г., Цаценкин И.А., Чижиков О.Н., Антипин Н.А. Экологическая оценка кормовых угодий по растительному покрову. М.: Сельхозгиз, 1956. 472с.

Рациональное использование природных ресурсов и охрана природы: учеб. пос./под ред.В.М. Константинова.- М.,Академия,2009.

Ревелль П., Ревелль Ч. Среда нашего обитания. 4т. м.: Мир, 1994.

Региональное природопользование: методы изучения, оценки и управления. / под ред. П.Я. Бакланова. - М.: ЛОГОС, 2002.

Семенченко В. П. , Разлуцкий В. И. Экологическое качество поверхностных вод./ В. П. Семенченко, В. И. Разлуцкий.- Минск: Белорусская наука, 2011. Режим доступа: http://biblioclub.ru

Смаглюк К.К., Середин В.И., Питинин А.И., Парнон В.И. Исследование рекреационного использлвания в Карпатах. // Рекреационное лесопользование в СССР. Изд-во «Наука», Москва, 1983. С81-95.

Степанов А.М., Кабирова Р.Р., Черненькова Т.В., Садыков О.Ф., Ханисламова Г.М., Некрасова Л.С., Бутусов О.Б., Бальцевич Л.А. Комплексная экологическая оценка техногенного воздействия на экосистемы южной тайги. М., 1992, 246с.

Стурман В.И. Глобальные и региональные экологические проблемы. Учеб. пособие.- Ижевск : Изд. Дом Удмурдский университет, 2005.

Тарасов А.И. Рекреационное использование. М., 1986. 176с.

Тарасова Н. П. , Ермоленко Б. В. , Зайцев В. А. , Макаров С. В. Оценка воздействия промышленных предприятий на окружающую среду. Учебное пособие. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. - УМО РФ Режим доступа: http: //www. biblioclub. ru

Тихомиров Н. П. , Потравный И. М. , Тихомирова Т. М. Методы анализа и управления эколого-экономическими рисками. Учебное пособие. Под редакцией: Тихомиров Н. П. М.: Юнити-Дана, 2012. - МО РФ. Режим доступа: http: //www. biblioclub. ru.

Тишлер В.Т. Сельскохозяйственная экология. Москва, 1971. 454с.

Токин Б.П.Целебные яды растений.- Л.: Лениздат, 1967. 287с.

Тулякова О. В. Экология : учебное пособие - М.: Директ-Медиа, 2013. Режим

доступа: http://biblioclub.ru

Фасулати К.К. Полевое изучение наземных беспозвоночных. М., 1961.304с.

Федорова А.И., Никольская А.Н. Практикум по экологии и охране окружающей среды: Учеб. пособие для студ. высш. уч. заведений. М.: Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 2001. 288с.

Хисамов Э. Н. Биологическая индикация химического загрязнения окружающей среды: монография / Э. Н. Хисамов, Д. А. Еникеев ; ФГБОУ ВПО БГПУ им. М. Акмуллы. - Уфа: БГПУ, 2012.

Хотько Э.И., Ветрова С.Н., Матвеенко А.А., Чумаков Л.С. Почвенные беспозвоночные и промышленное загрязнение. Минск: Наука и техника, 1982. 264с.

Хотунцев Ю. Л. Экология и экологическая безопасность: учеб. Пособие. - М.,: Академия , 2002 2004.

Чернов Н.Н., Черемушкин В. А. Медикоэкологический мониторинг как новая составляющая экологического мониторинга// Известия Южного федерального университета. Технические науки. 2002. Т. 29. *№ 6.* С. 110-111. Режим доступа: http://elibrary.ru

Шилов И. А. Экология: учеб. для биол. и мед. спец. вузов - 5-е изд. ; стер. - М. : Высшая школа, 2006.

Экологическое состояние территории России: Учеб. Пособие / под ред. С. А. Ушаковой - М.,: Академия , 2002.

Р.Р. Кабиров, Е.В. Сугачкова, А.И. Фазлутдинова

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ
(учебно-методическое пособие)

Лиц. на издат. деят. Б848421 от 03.11.2000 г. Подписано в печать 06.03.2019.
Формат 60Х84/16. Компьютерный набор. Гарнитура Times New Roman.
Отпечатано на ризографе. Усл. печ. л. – 5,0. Уч.-изд. л. –4,8.
Тираж 100 экз. Заказ №

ИПК БГПУ 450000, г.Уфа, ул. Октябрьской революции, 3а

БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

ПРАКТИКУМ ПО АНАТОМИИ И МОРФОЛОГИИ ЧЕЛОВЕКА

Уфа 2006

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

ПРАКТИКУМ ПО АНАТОМИИ И МОРФОЛОГИИ ЧЕЛОВЕКА

Уфа 2006

УДК
ББК
М

Печатается по решению редакционно-издательского совета Башгоспедуниверситета

Практикум по анатомии и морфологии человека / сост. Т.И. Яковлева. - Уфа: Изд-во БГПУ, 2006. 85с.

Практикум составлен в соответствии с Государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования .

Практикум предназначен для использования на лабораторно-практических занятиях и для самостоятельной работы студентов при изучении курса Анатомия и морфология человека.

Ответственный за выпуск: М.Г.Мигранов, проф., зав. каф. зоологии БГПУ

Составитель: Т.И.Яковлева, преп. каф. зоологии БГПУ

Рецензенты: С.В.Любина, доц. каф. общей биологии и генетики БГПУ
И.Д.Тупиев, доц. каф. морфологии и физиологии человека БИФК (филиал УГУФК, г. Челябинск)

ВВЕДЕНИЕ

Настоящее пособие предназначено для самостоятельной работы и проведения лабораторно-практических занятий для студентов естественно-географического факультета, обучающихся по специальностям 032400 – Биология с дополнительной специальностью Химия, 012100 – Генетика.Общий объем подготовки для БХ отделения – 140 часов, из них 28 – лекционных, 42 – лабораторно-практических и 70 – самостоятельная работа. Общий объем подготовки для отделения Генетика – 120 часов, из них 32 – лекционных, 48 – лабораторно-практических и 40 – самостоятельная работа. Учебный материал пособия разделен на темы, соответствующие аппаратам и системам органов, приведенных в учебнике «Анатомия человека» М.Р.Сапина, Г.Л.Билича (2003). Каждая тема содержит «Контрольные вопросы», по которым проводится оценка понимания и усвоения материала, и «Анатомические термины», являющиеся своеобразным языком данной дисциплины. Для проведения контроля и самоконтроля предназначены контурные карты, сопровождающиеся латинской номенклатурой.

При организации самостоятельной работы студент сначала должен ознакомиться с соответствующим разделом учебника и конспектом лекций, после чего перейти к изучению натуральных препаратов (отдельных костей скелета, влажных препаратов внутренних органов) и муляжей. Пользуясь рисунками в учебнике, таблицами и раздаточным материалом анатомического кабинета, следует рассмотреть систему в целом, детали строения органов, усвоить русские и основные латинские термины, приведенные в каждом разделе пособия.

При работе со списком анатомических терминов, приведенным по каждой теме пособия, необходимо уметь находить на рисунках учебника, атласа, на раздаточном материале указанные элементы. Для заполнения контурной карты нужно привести русский перевод латинских терминов и указать на рисунке перечисленные элементы.

Лабораторное занятие № 1

Тема: ОСТЕОЛОГИЯ. ОСЕВОЙ СКЕЛЕТ

Цель: научиться определять различные позвонки, ребра, грудину и их части, особенности их анатомического строения.

Контрольные вопросы:

1. Общая характеристика опорно-двигательного аппарата.
2. Значение скелета.
3. Онтогенез скелета.
4. Филогенез скелета.
5. Краткая характеристика тканей скелета.
6. Химический состав костной ткани.
7. Кость как орган.
8. Развитие и строение костной ткани (виды остеогенеза).
9. Рост костей.
10. Классификация костей.
11. Зависимость развития костей от внутренних и внешних факторов.
12. Классификация соединений костей.
13. Характеристика и примеры:
    а) синартрозов,
    б) синдесмозов,
    в) синхондрозов,
    г) синостозов.
14. Характеристика симфизов. Примеры.
15. Характеристика диартрозов.
16. Классификация суставов.
17. Характеристика и примеры суставов:
    а) одноосные,
    б) двухосные,
    в) многоосные.
18. Общая схема строения позвонка.
19. Особенности строения позвонков по отделам:
    а) шейный,
    б) грудной,
    в) поясничный,
    г) крестцовый,
    д) копчиковый.

20. Соединение позвонков.
21. Основные этапы онтогенеза и филогенеза позвоночника.
22. Особенности позвоночника человека.
23. Грудная клетка. Соединение элементов.

Анатомические термины.

ОБЩИЕ ТЕРМИНЫ
Вертикальный
Горизонтальный
Срединный
Венечный
Сагиттальный
Правый
Левый
Поперечный
Медиальный
Промежуточный
Латеральный, боковой
Передний
Задний
Передний, вентральный
Задний, дорсальный
Фронтальный, лобный
Затылочный
Верхний
Нижний
Верхний, краниальный
Нижний, каудальный
Ростральный
Верхушечный
Базальный
Базилярный
Средний
Поперечный
Продольный
Осевой, аксиальный
Поверхностный
Глубокий
Проксимальный
Дистальный
Центральный
Периферический
Сгибатель
Разгибатель
ОБЛАСТИ ТЕЛА ЧЕЛОВЕКА
Передняя срединная линия
Грудинная линия
Окологрудинная линия
Среднеключичная линия (сосковая линия)
Передняя подмышечная линия
Средняя подмышечная линия
Задняя подмышечная линия
Лопаточная линия
Околопозвоночная линия
Позвоночная линия
Задняя срединная линия
ОСТЕОЛОГИЯ
Костная часть
- Периост (надкостница)
- Эндост
- Корковое (компактное) вещество
- Остеон
- Губчатое (трабекулярное) вещество

Хрящевая часть
- Надхрящница (перихондрий)

Осевой скелет

Добавочный скелет
Длинная кость
  Эпифиз
  Диафиз
  Метафиз
    Эпифизарный хрящ
    Эпифизарная линия
  Суставная поверхность
  Костно-мозговая полость
Короткая кость
Плоская кость
Воздухоносная кость
Питательное отверстие
Питательный канал
Точка окостенения
  Первичная
  Вторичная
ПОЗВОНОЧНЫЙ СТОЛБ
Позвоночный канал
Позвонок
Тело позвонка
Дуга позвонка
  Межпозвоночное отверстие
  Верхняя позвоночная вырезка
  Нижняя позвоночная вырезка
Позвоночное отверстие
Остистый отросток
Поперечный отросток
  Верхний суставной отросток
  Нижний суставной отросток
Шейные позвонки (CI – CVII)
  Отверстие поперечного отростка
Атлант (CI)
Латеральная масса
  Верхняя суставная ямка
  Нижняя суставная ямка
Передняя дуга
  Ямка зуба
  Передний бугорок
Задняя дуга
  Задний бугорок
Осевой позвонок (CII)
Зуб
Верхушка
  Передняя суставная поверхность
  Задняя суставная поверхность
Выступающий позвонок (CVII)
Грудные позвонки (ThI – ThXII)
Верхняя реберная ямка
Нижняя реберная ямка
Реберная ямка поперечного отростка
Поясничные позвонки
Крестец (крестцовые позвонки)
Основание крестца
  Мыс
  Верхний суставной отросток
Латеральная часть
  Ушковидная поверхность
  Крестцовая бугристость
Тазовая поверхность
  Поперечные линии
  Тазовые крестцовые отверстия
Дорсальная поверхность
  Дорсальные крестцовые отверстия
  Срединный крестцовый гребень
  Промежуточный крестцовый гребень
  Латеральный крестцовый гребень
Крестцовый рог
Крестцовый канал
Крестцовая щель
Верхушка крестца
Копчик (CoI – CoIV)
РЕБРА И ГРУДИНА
Ребра (I –XII)
Истинные ребра (I – VII)

Ложные ребра (VIII – X)
Колеблющиеся ребра (XI – XII)
Реберный хрящ
Костная часть ребра
Головка ребра
  Суставная поверхность головки ребра
Шейка ребра
Тело ребра
Бугорок ребра
  Суставная поверхность бугорка ребра
Угол ребра
Борозда ребра
Грудина
Рукоятка грудины
  Ключичная вырезка
  Яремная вырезка
  Реберные вырезки
  Угол грудины
Тело грудины
Мечевидный отросток

Лабораторное занятие № 2

Тема: ЧЕРЕП

Цель: Научиться определять, называть и показывать на целом черепе и отдельных препаратах кости мозгового и лицевого отделов черепа, их части, знать череп как целое, строение черепных ямок, глазниц, носовой полости, височной, подвисочной и крыловидно-небной ямок, наружного основания черепа.

Контрольные вопросы:

1. Мозговой и лицевой отделы черепа. Значение.
2. Основные этапы онто- и филогенеза.
3. Особенности черепа человека.
4. Строение мозгового черепа.
5. Строение лицевого черепа.
6. Основные краниометрические точки.
7. Полости лицевого черепа: глазницы, носовая и ротовая полости, воздухоносные пазухи.
8. Основание мозгового черепа.
9. Соединение черепа с позвоночником.
10. Соединения костей черепа.

Анатомические термины

КОСТИ ЧЕРЕПА
Затылочная кость
Большое (затылочное) отверстие
Базилярная часть
Борозда верхнего сагиттального синуса
Латеральная часть
Затылочная чешуя
Затылочный мыщелок
Мыщелковый канал
Мыщелковая ямка
Яремная вырезка
Глоточный бугорок
Наружный затылочный выступ
Наружный затылочный гребень
Верхняя выйная линия
Нижняя выйная линия
Крестообразное возвышение

Внутренний затылочный выступ
Внутренний затылочный гребень
Борозда поперечного синуса
КЛИНОВИДНАЯ КОСТЬ
Тело
Предперекрестная борозда
Турецкое седо
Бугорок седла
Гипофизарная ямка
Спинка седла
Сонная борозда
Клиновидная пазуха
Апертура клиновидной пазухи
Малое крыло
Зрительный канал
Верхняя глазничная щель
Большое крыло
Мозговая поверхность
Височная поверхность
Верхнечелюстная поверхность
Глазничная поверхность
Подвисочный гребень
Круглое отверстие
Овальное отверстие
Остистое отверстие
Крыловидный отросток
Латеральная пластинка крыловидного отростка
Медиальная пластинка крыловидного отростка
Крыловидный крючок
Крыловидный канал
ВИСОЧНАЯ КОСТЬ
Пирамида (каменистая часть)
Сосцевидный отросток
Сосцевидная вырезка
Борозда сигмовидного синуса
Сосцевидное отверстие
Лицевой канал
Каналец барабанной струны
Верхушка пирамиды
Сонный канал
Сонно-барабанные канальцы
Мышечно-трубный канал
Передняя поверхность пирамиды
Крыша барабанной полости
Дугообразное возвышение
Тройничное вдавление
Верхний край пирамиды
Борозда верхнего каменистого синуса
Задняя поверхность пирамиды
Внутреннее слуховое отверстие
Внутренний слуховой проход
Водопровод преддверия
Яремная вырезка
Каналец улитки
Нижняя поверхность пирамиды
Яремная ямка
Яремная вырезка
Шиловидный отросток
Шило-сосцевидное отверстие
Барабанный каналец
Барабанная полость
Барабанная часть
Наружный слуховой проход
Наружное слуховое отверстие
Чешуйчатая часть
Височная поверхность
Скуловой отросток
Нижнечелюстная ямка
Суставная поверхность
Суставной бугорок
Мозговая поверхность
ТЕМЕННАЯ КОСТЬ
Внутренняя поверхность
Борозда сигмовидного синуса
Наружная поверхность

- Верхняя височная линия
- Нижняя височная линия
- Теменной бугор

Затылочный край
Чешуйчатый край
Сагиттальный край
Лобный край
Лобный угол
Затылочный угол
Клиновидный угол
Сосцевидный угол
Теменное отверстие

ЛОБНАЯ КОСТЬ

Лобная чешуя
- Наружная поверхность
- Лобный бугор
- Надбровная дуга
- Глабелла
- Надглазничный край

Височная поверхность
- Скуловой отросток

Внутренняя поверхность
- Лобный гребень
- Борозда верхнего сагиттального синуса
- Слепое отверстие

Носовая часть
- Носовая ость
- Лобная пазуха
- Апертура лобной пазухи
- Глазничная часть
- Внутренняя поверхность
- Решетчатые отверстия
- Решетчатая вырезка

РЕШЕТЧАТАЯ КОСТЬ

Решетчатая пластинка
Петушиный гребень
Перпендикулярная пластинка
Решетчатый лабиринт
- Решетчатые ячейки
- Глазничная пластинка

Решетчатые отверстия
Верхняя носовая раковина
Средняя носовая раковина
- Большой решетчатый пузырек
- Полулунная расщелина

СЛЕЗНАЯ КОСТЬ

НОСОВАЯ КОСТЬ

СОШНИК

ВЕРХНЯЯ ЧЕЛЮСТЬ

Тело верхней челюсти
- Глазничная поверхность
- Подглазничный край
- Передняя поверхность
  - Подглазничное отверстие
  - Клыковая ямка
  - Носовая вырезка
  - Передняя носовая ость
- Подвисочная поверхность
- Альвеолярные отверстия
- Бугор верхней челюсти
- Носовая поверхность
  - Слезная борозда
  - Раковинный гребень
  - Верхнечелюстная расщелина

Верхнечелюстная пазуха (гайморова пазуха)
Лобный отросток
Скуловой отросток
Небный отросток
Альвеолярный отросток
- Верхняя альвеолярная дуга
  - Зубные альвеолы
  - Межъальвеолярные перегородки

Небная кость

Перпендикулярная пластинка
- Носовая поверхность
- Верхнечелюстная поверхность
- Пирамидальный отросток
- Глазничный отросток
- Клиновидный отросток

Горизонтальная пластинка

- Носовая поверхность
- Небная поверхность

Скуловая кость

- Латеральная поверхность
- Височная поверхность
- Глазничная поверхность
- Височный отросток
- Лобный отросток

Нижняя челюсть

Тело нижней челюсти

- Основание нижней челюсти
- Подбородочный выступ
- Подбородочное отверстие
- Двубрюшная ямка
- Подбородочная ость
- Поднижнечелюстная ямка
- Альвеолярная часть
  - Альвеолярная дуга
  - Зубные альвеолы
  - Межъальвеолярные перегородки

Ветвь нижней челюсти

- Угол нижней челюсти
- Жевательная бугристость
- Крыловидная бугристость
- Отверстие нижней челюсти
- Канал нижней челюсти
- Венечный отросток
- Вырезка нижней челюсти
- Мыщелковый отросток
  - Головка нижней челюсти
  - Шейка нижней челюсти
  - Крыловидная ямка

Подъязычная кость

- Тело
- Малый рог
- Большой рог

Лабораторное занятие № 3

Тема: КОСТИ ВЕРХНЕЙ И НИЖНЕЙ КОНЕЧНОСТЕЙ

Цель: научиться находить, называть и показывать кости верхней и нижней конечностей, их части, рассказывать их строение.

Контрольные вопросы:

1. Общий обзор скелета конечностей.
2. Основные этапы филогенеза скелета конечностей.
3. Строение плечевого пояса.
4. Скелет свободной верхней конечности:
   а) плечевая кость,
   б) кости предплечья,
   в) кости кисти.
4. Характеристика сочленений верхней конечности.
5. Особенности скелета верхней конечности в связи с трудовой деятельностью.
6. Строение тазового пояса.
7. Скелет свободной нижней конечности:
   а) бедренная кость,
   б) кости голени,
   в) кости стопы.
8) Характеристика сочленений нижней конечности.
9) Особенности скелета нижней конечности в связи с прямохождением.

Анатомические термины

КОСТИ ВЕРХНЕЙ КОНЕЧНОСТИ
Пояс верхней конечности
Лопатка
Реберная поверхность
Подлопаточная ямка
Дорсальная поверхность
Ость лопатки
Надостная ямка
Подостная ямка
Акромион
Суставная поверхность акромиона

Медиальный край
Латеральный край
Верхний край
Вырезка лопатки
Нижний угол
Латеральный угол
Верхний угол
Суставная впадина
Шейка лопатки
Клювовидный отросток
Ключица
Грудинный конец
Грудинная суставная поверхность
Тело ключицы
Акромиальный конец
Акромиальная суставная поверхность
Скелет свободной верхней конечности
Плечевая кость
Головка плечевой кости
Анатомическая шейка
Хирургическая шейка
Большой бугорок
Малый бугорок
Межбугорковая борозда
Гребень большого бугорка
Гребень малого бугорка
Тело плечевой кости
Задняя поверхность
Борозда лучевого нерва
Медиальный край
Латеральный край
Дельтовидная бугристость
Мыщелок плечевой кости
Блок плечевой кости
Ямка локтевого отростка
Венечная ямка
Лучевая ямка
Медиальный надмыщелок
Латеральный надмыщелок
Лучевая кость
Головка лучевой кости
Суставная ямка
Суставная окружность
Шейка лучевой кости
Тело лучевой кости
Передняя поверхность
Задняя поверхность
Латеральная поверхность
Межкостный край
Передний край
Задний край
Шиловидный отросток
Локтевая вырезка
Запястная суставная поверхность
Локтевая кость
Локтевой отросток
Венечный отросток
Блоковидная вырезка
Лучевая вырезка
Тело локтевой кости
Передняя поверхность
Задняя поверхность
Медиальная поверхность
Межкостный край
Передний край
Задний край
Головка локтевой кости
Суставная окружность
Шиловидный отросток
ЗАПЯСТЬЕ
Кости запястья
Ладьевидная кость
Полулунная кость
Трехгранная кость
Гороховидная кость
Кость-трапеция
Трапециевидная кость
Головчатая кость
Крючковидная кость
Борозда запястья
Пясть
1 – 5 пястные кости
Основание

Тело
Головка
Фаланги
Проксимальная фаланга
Средняя фаланга
Дистальная фаланга
Основание фаланги
Тело фаланги
Головка фаланги
Сесамовидные кости
КОСТИ НИЖНЕЙ КОНЕЧНОСТИ
Пояс нижней конечности
Тазовая кость
Вертлужная впадина
Запирательное отверстие
Подвздошная кость
Тело подвздошной кости
Крыло подвздошной кости
  Дугообразная линия
  Подвздошный гребень
    Наружная губа
    Промежуточная линия
    Внутренняя губа
  Верхняя передняя подвздошная ость
  Нижняя передняя подвздошная ость
  Верхняя задняя подвздошная ость
  Нижняя задняя подвздошная ость
Подвздошная ямка
Ягодичная поверхность
Крестцово-тазовая поверхность
  Ушковидная поверхность
Седалищная кость
Тело седалищной кости
Ветвь седалищной кости
Седалищный бугор
Седалищная ость
Большая седалищная вырезка
Малая седалищная вырезка
Лобковая кость
Тело лобковой кости
Лобковый бугорок
Симфизиальная поверхность
Лобковый гребень
Верхняя ветвь лобковой кости
  Подвздошно-лобковое возвышение
  Гребень лобковой кости
Нижняя ветвь лобковой кости
ТАЗ
Лобковая дуга
  Подлобковый угол
Большой таз
Малый таз
Пограничная линия
Верхняя апертура таза
Нижняя апертура таза
Конъюгата истинная
Поперечный диаметр
Косой диаметр
Наклон таза
Скелет свободной нижней конечности
Бедренная кость
Головка бедренной кости
Шейка бедренной кости
Большой вертел
Малый вертел
Межвертельная линия
Тело бедренной кости
  Шероховатая линия
  Гребенчатая линия
  Ягодичная бугристость
  Подколенная поверхность
Медиальный мыщелок
Медиальный надмыщелок
Латеральный мыщелок
Латеральный надмыщелок
Надколенниковая поверхность
Межмыщелковая ямка
Надколенник
Большеберцовая кость
Медиальный мыщелок
Латеральный мыщелок

Малоберцовая суставная поверхность
Межмыщелковое возвышение
Тело большеберцовой кости
Бугристость большеберцовой кости
Медиальная поверхность
Задняя поверхность
Латеральная поверхность
Медиальный край
Передний край
Межкостный край
Медиальная лодыжка
Суставная поверхность лодыжки
Малоберцовая вырезка
Нижняя суставная поверхность
Малоберцовая кость
Головка малоберцовой кости
Суставная поверхность головки малоберцовой кости
Шейка малоберцовой кости
Тело малоберцовой кости
Латеральная поверхность
Медиальная поверхность
Задняя поверхность
Передний край
Межкостный край
Задний край
Латеральная лодыжка
Суставная поверхность лодыжки
Предплюсна
Таранная кость
Головка таранной кости
Шейка таранной кости
Тело таранной кости
Блок таранной кости
Пяточная кость
Бугор пяточной кости
Опора пяточной кости
Ладьевидная кость
Медиальная клиновидная кость
Промежуточная клиновидная кость
Латеральная клиновидная кость
Кубовидная кость
Плюсна
1 – 5 плюсневые кости
Основание
Тело
Головка
Фаланги
Проксимальная фаланга
Средняя фаланга
Дистальная фаланга
Основание
Тело
Головка

Лабораторное занятие № 4

Тема: МИОЛОГИЯ

Цель: научиться находить, называть и показывать мышцы головы, шеи, туловища и конечностей, места их начала и прикрепления, понимать функцию.

Контрольные вопросы:

1. Значение мышечной системы.
2. Мышца как орган.
3. Классификация скелетных мышц.
4. Закономерности распределения мышц.
5. Вспомогательный аппарат мышц (фасции, костно-фиброзные и синовиальные влагалища, синовиальные сумки).
6. Законы биомеханики в работе двигательного аппарата.
7. Влияние факторов внешней и внутренней среды на мускулатуру
8. Мимические мышцы. Жевательные мышцы.
9. Мышцы шеи.
10. Мышцы спины.
11. Мышцы груди.
12. Мышцы живота.
13. Мышцы верхней конечности.
14. Мышцы нижней конечности.

Анатомические термины

МИОЛОГИЯ
Мышца
Головка
Брюшко
Сухожилие
Влагалище сухожилия
Фиброзный слой
Синовиальный слой
Эндотендиний
Перитендиний
Сухожильная перемычка
Сухожильная дуга
Апоневроз
Перимизий
Эндомизий
Блок мышцы

Синовиальная сумка
Фасция
Веретенообразная мышца
Квадратная мышца
Треугольная мышца
Сфинктер
Круговая мышца
Одноперистая мышца
Двуперистая мышца
Многоперистая мышца
Мышцы головы
Подзатылочные мышцы
Большая задняя прямая мышца головы
Малая задняя прямая мышца головы
Верхняя косая мышца головы
Нижняя косая мышца головы
Латеральная прямая мышца головы
Передняя прямая мышца головы
Ременная мышца головы
Длинная мышца головы
Мышцы лица и жевательные мышцы
Надчерепная мышца
  Затылочно-лобная мышца
    Лобное брюшко
    Затылочное брюшко
Височно-теменая мышца
Сухожильный шлем (надчерепной апоневроз)
Мышца гордецов
Носовая мышца
Круговая мышца глаза
  Вековая часть
  Глазничная часть
  Слезная часть
Мышца, сморщивающая бровь
Мышца, опускающая бровь
Передняя ушная мышца
Верхняя ушная мышца
Задняя ушная мышца
Круговая мышца рта
Мышца, опускающая угол рта
Мышца смеха
Большая и малая скуловые мышцы
Мышца, поднимающая верхнюю губу
Мышца, поднимающая угол рта
Щечная мышца
Подбородочная мышца
Жевательная мышца
Височная мышца
Латеральная крыловидная мышца
Медиальная крыловидная мышца
Мышцы шеи
Подкожная мышца шеи
Ременная мышца шеи
Длинная мышца шеи
Передняя лестничная мышца
Средняя лестничная мышца
Задняя лестничная мышца
Грудино-ключично-сосцевидная мышца
Надподъязычные мышцы
Двубрюшная мышца
Шилоподъязычная мышца
Челюстно-подъязычная мышца
Подбородочно-подъязычная мышца
Подъязычные мышцы
Грудино-подъязычная мышца
Лопаточно-подъязычная мышца
Грудино-щитовидная мышца
Щитоподъязычная мышца
Мышцы спины
Трапециевидная мышца
Широчайшая мышца спины
Большая ромбовидная мышца
Малая ромбовидная мышца
Мышца, поднимающая лопатку

Нижняя задняя зубчатая мышца
Верхняя задняя зубчатая мышца
Мышца, выпрямляющая позвоночник
  Подвздошно-реберная мышца
  Длиннейшая мышца
  Остистая мышца
Поперечно-остистые мышцы
  Полуостистая мышца
  Многораздельные мышцы
  Мышцы-вращатели
Межостистые мышцы
Межпоперечные мышцы
Мышцы груди
Большая грудная мышца
Малая грудная мышца
Подключичная мышца
Грудная фасция
Ключично-грудная фасция
Передняя зубчатая мышца
Мышцы, поднимающие ребра
Наружные межреберные мышцы
  Наружная межреберная перепонка
Внутренние межреберные мышцы
  Внутренняя межреберная перепонка
Подреберные мышцы
Поперечная мышца груди
Диафрагма
Поясничная часть
  Правая ножка
  Левая ножка
Реберная часть
Грудинная часть
Аортальное отверстие
Пищеводное отверстие
Сухожильный центр
Отверстие нижней полой вены
  Медиальная дугообразная связка
  Латеральная дугообразная связка
  Срединная дугообразная связка
Мышцы живота
Прямая мышца живота
  Сухожильные перемычки
Пирамидальная мышца
Наружная косая мышца живота
  Паховая связка
  Поверхностное паховое кольцо
Внутренняя косая мышца живота
Поперечная мышца живота
Белая линия
Пупочное кольцо
Паховый канал
Квадратная мышца поясницы
Мышцы диафрагмы таза
Мышца, поднимающая задний проход
Наружный сфинктер заднего прохода
Мышцы мочеполовой диафрагмы
Глубокая поперечная мышца промежности
Сфинктер мочеиспускательного канала
Поверхностная поперечная мышца промежности
Седалищно-пещеристая мышца
Луковично-губчатая мышца
МЫШЦЫ ВЕРХНЕЙ КОНЕЧНОСТИ
Мышцы плечевого сустава
Дельтовидная мышца
Надостная мышца
Подостная мышца
Малая круглая мышца
Большая круглая мышца
Подлопаточная мышца
Мышцы свободной верхней конечности
Мышцы плеча
Передняя группа

Клювовидно-плечевая мышца
Двуглавая мышца плеча
Плечевая мышца
Задняя группа
Трехглавая мышца плеча
Локтевая мышца
Мышцы предплечья
Передняя группа
Плечелучевая мышца
Круглый пронатор
Лучевой сгибатель запястья
Длинная ладонная мышца
Локтевой сгибатель запястья
Поверхностный сгибатель пальцев
Глубокий сгибатель пальцев
Длинный сгибатель большого пальца
Квадратный пронатор
Задняя группа
Длинный лучевой разгибатель запястья
Короткий лучевой разгибатель запястья
Разгибатель пальцев
Разгибатель мизинца
Локтевой разгибатель запястья
Супинатор
Длинная мышца, отводящая большой палец кисти
Короткий разгибатель большого пальца кисти
Длинный разгибатель большого пальца кисти
Разгибатель указательного пальца
Мышцы кисти
Мышцы большого пальца
Короткая мышца, отводящая большой палец кисти
Мышца, противопоставляющая большой палец кисти
Короткий сгибатель большого пальца кисти
Мышца, приводящая большой палец кисти
Средняя группа
Червеобразные мышцы
Ладонные межкостные мышцы
Тыльные межкостные мышцы
Мышцы мизинца
Короткая ладонная мышца
Мышца, отводящая мизинец
Мышца, противопоставляющая мизинец
Короткий сгибатель мизинца
МЫШЦЫ НИЖНЕЙ КОНЕЧНОСТИ
Мышцы таза
Внутренняя группа
Подвздошно-поясничная мышца
(большая поясничная и подвздошная мышцы)
Внутренняя запирательная мышца
Грушевидная мышца
Наружная группа
Большая ягодичная мышца
Средняя ягодичная мышца
Малая ягодичная мышца
Квадратная мышца бедра
Наружная запирательная мышца
Верхняя близнечные мышцы
Нижняя близнечные мышцы
Мышцы бедра
Передняя группа
Портняжная мышца
Четырехглавая мышца бедра
Задняя группа
Двуглавая мышца бедра

- Полусухожильная мышца
- Полуперепончатая мышца

Медиальная группа
- Тонкая мышца
- Гребенчатая мышца
- Длинная приводящая мышца
- Короткая приводящая мышца
- Большая приводящая мышца

Мышцы голени

Передняя группа
- Передняя большеберцовая мышца
- Длинный разгибатель пальцев
- Длинный разгибатель большого пальца

Задняя группа
- Трехглавая мышца голени
  - Икроножная мышца
  - Камбаловидная мышца
- Подошвенная мышца
- Подколенная мышца
- Длинный сгибатель пальцев
- Длинный сгибатель большого пальца стопы
- Задняя большеберцовая мышца

Латеральная группа
- Длинная малоберцовая мышца
- Короткая малоберцовая мышца

Мышцы стопы

Мышцы тыла стопы
- Короткий разгибатель пальцев
- Короткий разгибатель большого пальца

Мышцы подошвы стопы
- Мышца, отводящая большой палец стопы
- Короткий сгибатель большого пальца стопы
- Мышца, приводящая большой палец стопы (косая и поперечная головки)

Средняя группа
- Короткий сгибатель пальцев
- Квадратная мышца подошвы
- Червеобразные мышцы
- Подошвенные межкостные мышцы

Латеральная группа
- Мышца, отводящая мизинец стопы
- Короткий сгибатель мизинца стопы

Лабораторное занятие № 5

Тема: ПИЩЕВАРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА

Цель: научиться определять, называть и показывать органы пищеварительной системы, знать их строение, возрастные особенности, понимать их функцию.

Контрольные вопросы:

1. Понятие о внутренних органах.
2. Основные этапы филогенеза- и онтогенеза.
3. Строение стенок полых внутренних органов.
4. Ротовая полость и ее органы (зубы, язык, слюнные железы).
5. Отделы глотки, строение стенки, лимфоидный аппарат.
6. Пищевод (отделы, строение стенки, сужения).
7. Желудок (отделы, строение стенки, функции).
8. Тонкий кишечник (отделы, строение стенки, функции).
9. Толстый кишечник (отделы, строение стенки, функции).
10. Печень (строение, функции).
11. Поджелудочная железа (строение, функции).
12. Ацинусы печени и поджелудочной железы.
13. Желчевыводящие пути, желчный пузырь.

Анатомические термины

СПЛАНХНОЛОГИЯ
Слизистая оболочка
  Эпителий слизистой оболочки
  Собственная пластинка слизистой оболочки
  Мышечная пластинка слизистой оболочки
Подслизистая основа
Мышечная оболочка
  Круговой слой
  Продольный слой
Серозная оболочка (адвентициальная оболочка)
ПИЩЕВАРИТЕЛЬНЫЙ АППАРАТ
Полость рта
Преддверие рта
Ротовая щель
Губы рта
  Верхняя губа

- Губной желобок
- Нижняя губа
- Угол рта

Щека
Собственно полость рта
Небо
- Твердое небо
- Мягкое небо
- Шов неба

Десны
Железы рта
Большие слюнные железы
- Подъязычная железа
- Большой подъязычный проток
- Малые подъязычные протоки
- Поднижнечелюстная железа
- Поднижнечелюстной проток
- Околоушная железа
- Околоушной проток

Малые слюнные железы
Зубы
Коронка зуба
Шейка зуба
Корень зуба
- Канал корня зуба
- Полость зуба
- Пульпа зуба

Дентин
Эмаль
Цемент
Периодонт
Резцы
Клыки
Малые коренные зубы (премоляры)
Большие коренные зубы (моляры)
- Зуб мудрости (третий моляр)

Молочные зубы
Постоянные зубы
Язык
Тело языка
Корень языка
Спинка языка
Край языка
Верхушка языка
Уздечка языка
Сосочки языка
- Нитевидные
- Конусовидные
- Грибовидные
- Желобовидные
- Листовидные

Мышцы языка
Язычная миндалина
Глотка
Зев
- Перешеек зева

Мягкое небо
- Небная занавеска
- Небный язычок
- Небно-язычная дужка
- Небно-глоточная дужка

Небная миндалина
Полость глотки
Свод глотки
Носовая часть
Ротовая часть
Гортанная часть
Глоточная (аденоидная) миндалина
Глоточное отверстие слуховой трубы
- Трубный валик

Трубные миндалины
Мышцы глотки
Пищевод
Шейная часть
Грудная часть
Брюшная часть
Желудок
Передняя стенка
Задняя стенка
Большая кривизна желудка
Малая кривизна желудка
Кардиальная часть (кардиа)
- Кардиальное отверстие

Дно (свод) желудка

Тело желудка
Привратниковая (пилорическая) часть
Канал привратника
Привратник (пилорус)
Отверстие привратника
Сфинктер привратника
Мышечная оболочка
Продольный слой
Круговой слой
Косые волокна
Подслизистая основа
Слизистая оболочка
Складки желудка
Желудочные поля
Желудочные ямочки
Тонкая кишка
Серозная оболочка
Подсерозная основа
Мышечная оболочка
Продольный слой
Круговой слой
Подслизистая основа
Слизистая оболочка
Круговые складки
Кишечные ворсинки
Кишечные железы
Одиночные лимфоидные узелки
Лимфоидные бляшки (групповые лимфоидные узелки)
Двенадцатиперстная кишка
Верхняя часть
Ампула
Нисходящая часть
Горизонтальная часть(нижняя)
Восходящая часть
Верхний изгиб
Нижний изгиб
Двенадцатиперстно-тощий изгиб
Большой сосочек
Малый сосочек
Дуоденальные железы
Тощая кишка
Подвздошная кишка
Толстая кишка
Слепая кишка
Илеоцекальный клапан
Илеоцекальное отверстие
Червеобразный отросток (аппендикс)
Отверстие аппендикса
Ободочная кишка
Восходящая ободочная кишка
Правый изгиб ободочной кишки
Поперечная ободочная кишка
Левый изгиб ободочной кишки
Нисходящая ободочная кишка
Сигмовидная ободочная кишка
Полулунные складки
Гаустры ободочной кишки
Сальниковые отростки
Мышечная оболочка
Продольный слой
Ленты ободочной кишки
Брыжеечная лент
Сальниковая лента
Свободная лента
Круговой слой
Прямая кишка
Крестцовый изгиб
Промежностный изгиб
Ампула прямой кишки
Мышечная оболочка
Продольный слой
Круговой слой
Внутренний сфинктер заднего прохода
Заднепроходной (анальный) канал
Заднепроходные (анальные) столбы

Заднепроходные (анальные) пазухи
Заднепроходные (анальные) заслонки
Заднепроходно-кожная линия
Задний проход
Наружный сфинктер заднего прохода
Печень
Фиброзная оболочка
Диафрагмальная поверхность
Борозда нижней полой вены
Висцеральная поверхность
Ямка желчного пузыря
Круглая связка печени
Ворота печени
Желудочное вдавление
Нижний край
Доли печени
Правая доля
Левая доля
Квадратная доля
Хвостатая доля
Дольки печени
Междольковые артерии
Междольковые вены
Центральные вены
Междольковые проточки
Желчные проточки
Правый печеночный проток
Левый печеночный проток
Общий печеночный проток
Желчный пузырь
Дно желчного пузыря
Тело желчного пузыря
Шейка желчного пузыря
Слизистая оболочка
Пузырный проток
Общий желчный проток
Сфинктер общего желчного протока
Печеночно-поджелудочная ампула
Сфинктер печеночно-поджелудочной ампулы
Поджелудочная железа
Головка поджелудочной железы
Тело поджелудочной железы
Хвост поджелудочной железы
Капсула поджелудочной железы
Экзокринная часть поджелудочной железы
Дольки поджелудочной железы
Проток поджелудочной железы
Сфинктер протока
Добавочный проток
Эндокринная часть поджелудочной железы

Лабораторное занятие № 6

Тема: ДЫХАТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА

Цель: научиться определять, называть и показывать органы дыхательной системы (наружный нос, полость носа, гортань, трахею, главные, долевые и сегментарные бронхи, легкие, их доли, сегменты, дольки); знать строение ацинуса; плевру и органы средостения, их строение, расположение и функции, возрастные особенности.

Контрольные вопросы:

1. Краткий очерк филогенеза- и онтогенеза органов дыхания.
2. Нос и носовая полость (характеристика обонятельной и респираторной частей).
3. Гортань, строение и функции.
4. Нижние дыхательные пути (трахея, бронхи).
5. Строение легких.
6. Респираторный отдел легкого. Ацинус.
7. Плевральные листки и средостение.

Анатомические термины

Наружный нос
Корень носа
Спинка носа
Верхушка носа
Крылья носа
Хрящи носа
Полость носа
Ноздри
Хоаны
Перегородка носа
Преддверие полости носа
Верхняя носовая раковина
Средняя носовая раковина
Нижняя носовая раковина
Слизистая оболочка носа
  Дыхательная область
  Обонятельная область
Пещеристая ткань
Верхний носовой ход
Средний носовой ход
Нижний носовой ход
Околоносовые пазухи
  Верхнечелюстная пазуха (гайморова)
  Клиновидная пазуха
  Пазухи решетчатой кости

Гортань
Хрящи гортани
- Щитовидный хрящ
  - Выступ гортани
  - Пластинка
  - Верхний рог
  - Нижний рог
- Зерновидный хрящ
- Перстневидный хрящ
  - Дуга перстневидного хряща
  - Пластинка перстневидного хряща
- Черпаловидный хрящ
  - Суставная поверхность
  - Основание черпаловидного хряща
  - Верхушка черпаловидного хряща
  - Голосовой отросток
  - Мышечный отросток

Рожковидный хрящ
- Клиновидный хрящ

Надгортанник
Перстнечерпаловидный сустав
Перстнещитовидный сустав
Мышцы гортани
- Черпалонадгортанная мышца
- Перстнещитовидная мышца
  - Прямая часть
  - Косая часть
- Задняя перстнечерпаловидная мышца
- Латеральная перстнечерпаловидная мышца
- Голосовая мышца
- Щитонадгортанная мышца
- Щиточерпаловидная мышца
- Косая черпаловидная мышца
- Поперечная черпаловидная мышца

Полость гортани
Вход в гортань
- Черпалонадгортанная складка
- Межчерпаловидная вырезка

Преддверие гортани
- Щель преддверия
- Складка преддверия

Желудочек гортани
Собственно голосовой аппарат
- Голосовая щель
- Голосовая складка

Подголосовая полость
Фиброзно-эластичная мембрана
Эластический конус
Голосовая связка
Трахея
Шейная часть
Грудная часть
- Хрящи трахеи
- Мышцы трахеи
- Кольцевые связки (трахеальные)
- Перепончатая стенка
- Бифуркация трахеи
- Киль

Бронхи
Бронхиальное дерево
Главный бронх (правый\левый)
Долевые и сегментарные бронхи
- Правый верхний долевой бронх
- Правый среднедолевой бронх
- Правый нижний долевой бронх
- Левый верхний долевой бронх
- Левый нижний долевой бронх
- Ветви долевых, сегментарных бронхов

Бронхиолы
- Дыхательные бронхиолы
  - Альвеолярные ходы
  - Альвеолярные мешочки

Альвеолы легкого
Бронхиальные железы
Легкие
Основание легкого
Верхушка легкого
Реберная поверхность
Медиальная поверхность
Диафрагмальная поверхность
Передний край
Сердечная вырезка (левого легкого)
Язычок левого легкого
Нижний край
Ворота легкого
Корень легкого
Косая щель
Горизонтальная щель (правого легкого)
Бронхолегочные сегменты
Правое легкое, верхняя доля
Верхушечный сегмент
Задний сегмент
Передний сегмент
Правое легкое, средняя доля
Латеральный сегмент
Медиальный сегмент
Правое легкое, нижняя доля
Верхушечный (верхний) сегмент
Медиальный (сердечный) базальный сегмент
Передний базальный сегмент
Латеральный базальный сегмент
Задний базальный сегмент
Левое легкое, верхняя доля
Верхушечно-задний сегмент
Передний сегмент
Верхний язычковый сегмент
Нижний язычковый сегмент
Левое легкое, нижняя доля
Верхушечный (верхний) сегмент
Медиальный (сердечный) базальный сегмент
Передний базальный сегиент
Латеральный базальный сегмент
Задний базальный сегмент
Грудная полость
Плевральная полость
Плевра
Купол плевры
Висцеральнаяплевра
Париетальная плевра
Медиастинальная плевра
Реберная плевра
Диафрагмальная плевра
Плевральные синусы
Реберно-диафрагмальный синус
Реберно-медиастинальный синус
Диафрагмо-медиастинальный синус
Средостение
Верхнее средостение
Нижнее средостение
Переднее средостение
Среднее средостение
Заднее средостение

Лабораторное занятие № 7

Тема: МОЧЕВЫЕ ОРГАНЫ

Цель: научиться определять, называть и показывать органы мочевой системы, их строение, расположение и функции, возрастные особенности.

Контрольные вопросы:

1. Онтогенез мочевых органов.
2. Почки (строение, кровообращение, функции).
3. Нефрон – морфофункциональная единица почки.
4. Мочевыводящие пути (мочеточник, мочевой пузырь, мочеиспускательный канал).

Анатомические термины

Почка
Латеральный край
Медиальный край
  Почечные ворота
  Почечная пазуха
Передняя поверхность
Задняя поверхность
Верхний конец
Нижний конец
Почечная фасция
Околопочечное жировое тело
Жировая капсула
Фиброзная капсула
Почечные доли
Корковое вещество почки
  Свернутая часть
  Лучистая часть
  Корковые дольки
Мозговое вещество почки
  Почечные пирамиды
    Основание пирамиды
    Почечные сосочки
    Решетчатое поле
    Сосочковые отверстия
  Почечные столбы
Артерии почки
Междолевые артерии
Дуговые артерии
  Междольковые артерии
  Приносящая клубочковая артериола
  Выносящая клубочковая артериола
  Прямые артериолы (прямые сосуды)
Междолевые вены
Дуговые вены
  Междольковые вены

Почечная лоханка
Почечные чашки
  Большие почечные чашки
  Малые почечные чашки
Мочеточник
Брюшная часть
Тазовая часть
Адвентициальная оболочка
Мышечная оболочка
Слизистая оболочка
Мочевой пузырь
Верхушка пузыря
Тело пузыря
Дно пузыря
Шейка пузыря
Серозная оболочка
Мышечная оболочка
Подслизистая основа
Слизистая оболочка
Мочепузырный треугольник
  Межмочеточниковая складка
  Мочеточниковое отверстие
  Внутреннее отверстие мочеиспускательного канала
Мочеиспускательный канал
  Наружное отверстие мочеиспускательного канала (уретры)

Лабораторное занятие № 8

Тема: КРОВЕНОСНАЯ СИСТЕМА

Цель: научиться определять, называть и показывать сердце, его части, полости, клапаны и их действие, проводящую систему сердца, его кровеносные сосуды, перикард, основные сосуды малого (легочные артерии и вены) и большого (аорта, ее дуга, сосуды, отходящие от аорты, полые вены и их основные притоки) кругов кровообращения.

Контрольные вопросы:

1. Значение органов кровообращения.
2. Филогенез органов кровообращения.
3. Развитие сердца в онтогенезе.
4. Строение сердца (камеры и крупные сосудистые стволы).
5. Клапанный аппарат сердца.
6. Строение стенок сердца (перикард, миокард, эндокард).
7. Проводящая система сердца.
8. Кровоснабжение сердца.
9. Строение стенок сосудов (артерий, капилляров и вен).
10. Классификация сосудов.
11. Понятие о микроциркуляции.
12. Закономерности распределения артерий и вен.
13. Схема кровообращения (большой и малый круги).
14. Отделы аорты.
15. Ветви восходящей аорты.
16. Ветви дуги аорты.
17. Ветви нисходящей аорты.
18. Схема верхней полой вены.
19. Схема нижней полой вены.
20. Воротная вена.

Анатомические термины

АНГИОЛОГИЯ
Коллатеральный сосуд
Анастомотический сосуд
Сосудистое сплетение

Чудесная сеть
Артерия
Артериола
Артериоло-венулярный анастомоз
Артериальная сеть
Вена
Кожная вена
Поверхностная вена
Глубокая вена
Венула
Венозный клапан
Венозное сплетение
Венозная сеть
Венозный синус
Капилляр
Наружная оболочка
Средняя оболочка
Внутренняя оболочка
Сосуды сосудов
Нервы сосудов
Перикард
Фиброзный перикард
Серозный перикард
  Париетальная пластинка
  Висцеральная пластинка (эпикард)
Перикардиальная полость
СЕРДЦЕ
Основание сердца
Грудино-реберная (передняя) поверхность
Диафрагмальная (нижняя) поверхность
Легочная (боковая) поверхность
Правый край (поверхность)
Верхушка сердца
Передняя межжелудочковая борозда (сердца)
Задняя (нижняя) межжелудочковая борозда (сердца)
Венечная борозда
Желудочек сердца
  Межжелудочковая перегородка
  Предсердно-желудочковая перегородка
  Мясистые трабекулы
  Сосочковые мышцы
  Сухожильные хорды
  Фиброзные кольца
Предсердие
  Ушко предсердия
  Межпредсердная перегородка
  Предсердно-желудочковое отверстие
Проводящая система сердца
Синусно-предсердный узел
Предсердно-желудочковый узел
Предсердно-желудочковый пучок
  Разветвления пучка
  Ножка (правая\левая)
Эндокард
Правое предсердие
Гребенчатые мышцы
Синус полых вен
Овальная ямка
Правое ушко
Отверстие верхней полой вены
Отверстие нижней полой вены
  Заслонка нижней полой вены
  Заслонка венечного синуса
Правый желудочек
Правое предсердно-желудочковое отверстие
Правый предсердно-желудочковый (трехстворчатый) клапан
  Передняя створка
  Задняя створка
  Перегородочная створка
Артериальный конус
Отверстие легочного ствола
Клапан легочного ствола

Передняя полулунная заслонка
Левая полулунная заслонка
Правая полулунная заслонка
Передняя сосочковая мышца
Задняя сосочковая мышца
Левое предсердие
Левое ушко
Заслонка овального отверстия
Отверстия легочных вен
Левый желудочек
Левое предсердно-желудочковое отверстие
Левый предсердно-желудочковый (митральный) клапан
Передняя створка
Задняя створка
Отверстие аорты
Клапан аорты
Задняя полулунная заслонка
Правая полулунная заслонка
Левая полулунная заслонка
Передняя сосочковая мышца
Задняя сосочковая мышца
АРТЕРИИ
Легочный ствол
Синус легочного ствола
Бифуркация легочного ствола
Правая легочная артерия
Левая легочная артерия
Аорта
Восходящая часть аорты
Луковица аорты
Синусы аорты
Правая венечная артерия
Левая венечная артерия
Дуга аорты
Перешеек аорты
Плечеголовной ствол
Общая сонная артерия
Наружная сонная артерия
Верхняя щитовидная артерия
Верхняя гортанная артерия
Восходящая глоточная артерия
Язычная артерия
Лицевая артерия
Затылочная артерия
Задняя ушная артерия
Поверхностная височная артерия
Верхнечелюстная артерия
Средняя менингеальная артерия
Подглазничная артерия
Внутренняя сонная артерия
Шейная часть
Каменистая часть
Пещеристая часть
Мозговая часть
Глазная артерия
Передняя ворсиночная артерия
Передняя мозговая артерия
Средняя мозговая артерия
Задняя соединительная артерия
Подключичная артерия
Позвоночная артерия
Базилярная артерия
Задняя мозговая артерия
Внутренняя грудная артерия
Щитошейный ствол
Нижняя щитовидная артерия
Поперечная артерия шеи
Реберно-шейный ствол
Глубокая шейная артерия
Артерии верхней конечности
Подмышечная артерия
Верхняя грудная артерия
Латеральная грудная артерия
Подлопаточная артерия
Плечевая артерия
Глубокая артерия плеча
Лучевая артерия

Глубокая ладонная дуга
Локтевая артерия
Поверхностная ладонная дуга
Нисходящая часть аорты
Грудная часть аорты
Бронхиальные ветви
Пищеводные ветви
Перикардиальные ветви
Медиастинальные ветви
Верхние диафрагмальные артерии
Задние межреберные артерии
Подреберная артерия
Брюшная часть аорты
Нижние диафрагмальные артерии
Поясничные артерии
Срединная крестцовая артерия
Чревный ствол
Общая печеночная артерия
Левая желудочная артерия
Селезеночная артерия
Левая желудочно-сальниковая артерия
Верхняя брыжеечная артерия
Нижняя панкреатодуоденальная артерия
Тощекишечные артерии
Подвздошно-кишечные артерии
Подвздошно-ободочная артерия
Правая ободочная артерия
Средняя ободочная артерия
Нижняя брыжеечная артерия
Левая ободочная артерия
Сигмовидные артерии
Верхняя прямокишечная артерия
Средняя надпочечниковая артерия
Почечная артерия
Нижняя надпочечниковая артерия
Яичковая артерия (яичниковая артерия)
Бифуркация аорты
Общая подвздошная артерия
Внутренняя подвздошная артерия
Подвздошно-поясничная артерия
Латеральные крестцовые артерии
Запирательная артерия
Верхняя ягодичная артерия
Нижняя ягодичная артерия
Пупочная артерия
Нижняя мочепузырная артерия
Маточная артерия
Внутренняя половая артерия
Нижняя прямокишечная артерия
Наружная подвздошная артерия
Нижняя надчревная артерия
Глубокая артерия, огибающая подвздошную кость
Артерии нижней конечности
Бедренная артерия
Поверхностная надчревная артерия
Поверхностная артерия, огибающая подвздошную кость
Наружные половые артерии
Глубокая артерия бедра
Подколенная артерия
Передняя большеберцовая артерия
Тыльная артерия стопы
Задняя большеберцовая артерия
Малоберцовая артерия
Медиальная подошвенная артерия
Латеральная подошвенная артерия
ВЕНЫ

Легочные вены
Правые легочные вены
  Правая верхняя легочная вена
  Правая нижняя легочная вена
Левые легочные вены
  Левая верхняя легочная вена
  Левая нижняя легочная вена
Вены сердца
Верхняя полая вена
Плечеголовная вена (правая)
Плечеголовная вена (левая)
Внутренняя яремная вена
Лицевая вена
Занижнечелюстная вена
Наружная яремная вена
Мозговые вены
  Поверхностные мозговые вены
  Глубокие мозговые вены
  Среднемозговые вены
Вены мозжечка
Верхняя глазная вена
Нижняя глазная вена
Подключичная вена
Подмышечная вена
  Плечевая вена
  Лучевые вены
  Локтевые вены
  Латеральная вена руки
  Медиальная вена руки
Непарная вена
Полунепарная вена
Межреберные вены
Нижняя полая вена
Поясничные вены
Печеночные вены
Почечная вена
Надпочечниковая вена
Воротная вена
  Верхняя брыжеечная вена
  Селезеночная вена
  Нижняя брыжеечная вена
Общая подвздошная вена
Внутренняя подвздошная вена
Нижняя надчревная вена
Бедренная вена
Подколенная вена
Передние большеберцовые вены
Задние большеберцовые вены

Лабораторное занятие № 9

Тема: ЛИМФАТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА. ОРГАНЫ КРОВЕТВОРЕНИЯ И ИММУННОЙ СИСТЕМЫ

Цель: составить целостное представление об анатомии, топографии, функциях органов иммунной системы и лимфатической системы; научиться находить, называть и показывать лимфатические стволы и протоки, основные группы лимфатических узлов, области, от которых оттекает лимфа; органы иммунной системы: костный мозг, тимус, групповые лимфоидные узелки (бляшки) подвздошной кишки и червеобразного отростка, селезенку, лимфатические узлы, миндалины, лимфоидные узелки желудочно-кишечного тракта, дыхательных и мочевыводящих путей.

Контрольные вопросы:

1. Краткий филогенез и онтогенез лимфатической системы.
2. Принципы строения лимфатической системы.
3. Строение проводящих лимфу путей, зоны оттока лимфы.
4. Основные группы лимфатических узлов тела человека.
5. Принципы строения органов иммунной системы.
6. Центральные органы иммунной системы, строение и функции.
7. Периферические органы иммунной системы.
8. Лимфатические узлы , строение и функции.
9. Селезенка, строение и функции.
10. Лимфоидное глоточное кольцо.
11. Лимфоидные образования пищеварительной системы.

Анатомические термины

ЛИМФАТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА
Лимфатический сосуд
Лимфатический клапан
Лимфатическое сплетение
Лимфатический узел
Лимфатические стволы
Поясничный ствол (правый/левый)
Кишечный ствол

Бронхосредостенный ствол (правый/левый)
Подключичный ствол (правый/левый)
Яремный ствол (правый/левый)
Лимфатические протоки
Правый лимфатический проток
Грудной проток
  Цистерна грудного протока
Лимфатические узлы головы и шеи
Затылочные
Сосцевидные
Поверхностные околоушные
Глубокие околоушные
Лицевые
Подбородочные
Поднижнечелюстные
Передние шейные
  Поверхностные
  Глубокие
    Предгортанные
    Щитовидные
    Предтрахеальные
    Паратрахеальные
Латеральные шейные
  Поверхностные
  Глубокие
    Латеральные яремные
    Передние яремные
    Яремно-двубрюшный узел
    Яремно-лопаточно-подъязычный узел
    Надключичные
    Заглоточные
Лимфатические узлы верхней конечности
Подмышечные
  Плечевые
  Межгрудные
  Локтевые
Лимфатические узлы груди
Окологрудинные (парастернальные)
Межреберные
Предпозвоночные
Верхние диафрагмальные
Передние средостенные
Задние средостенные
Легочные юкстапищеводные
Бронхолегочные (корневые)
Трахеобронхиальные
  Верхние
  Нижние
Околотрахеальные
Лимфатические узлы живота (брюшной полости)
Левые поясничные
  Латеральные аортальные
  Предаортальные
  Постаортальные
Промежуточные поясничные
Правые поясничные
  Латеральные кавальные
  Предкавальные
  Посткавальные
Нижние диафрагмальные
Нижние надчревные
Чревные
Желудочные (правые/левые)
Желудочно-сальниковые (правые/левые)
Пилорические
Панкреатические
Селезеночные
Панкреатодуоденальные
Печеночные
  Желчепузырный узел
  Узел сальникового отверстия
Брыжеечные
  Юкстакишечные
  Верхние (центральные)
Подвздошно-ободочные
  Предслепокишечные
  Заслепокишечные
  Аппендикулярные
Брыжеечно-ободочные
  Околоободочные

- Ободочные (правые/средние/левые)
- Нижние брыжеечные
  - Сигмовидные
  - Верхние прямокишечные
- Лимфатические узлы таза
- Общие подвздошные
- Наружные подвздошные
  - Запирательные
- Внутренние подвздошные
  - Ягодичные
  - Крестцовые
- Околомочепузырные
- Околоматочные
- Околовлагалищные
- Околопрямокишечные
- Лимфатические узлы нижней конечности
- Паховые
  - Поверхностные
  - Глубокие
- Подколенные

ОРГАНЫ КРОВЕТВОРЕНИЯ И ИММУННОЙ СИСТЕМЫ

- Костный мозг
- Красный костный мозг
- Желтый костный мозг
- Тимус
- Доля (правая/левая)
- Дольки тимуса
  - Корковое вещество
  - Мозговое вещество
- Капсула
- Миндалины
- Глоточная миндалина
- Трубная миндалина
- Небная миндалина
- Миндаликовые ямочки
  - Миндаликовые крипты
- Язычная миндалина
- Лимфоидные узелки (одиночные)
- Лимфоидные бляшки
- Червеобразный отросток (аппендикс)
  - Лимфоидные узелки аппендикса
- Лимфатический узел
  - Капсула
  - Трабекулы
  - Корковое вещество
    - Лимфоидные узелки
    - Паракортикальная зона
  - Мозговое вещество
    - Мякотные тяжи
  - Синусы лимфатического узла
- Селезенка
- Диафрагмальная поверхность
- Висцеральная поверхность
- Ворота селезенки
- Серозная оболочка
- Фиброзная оболочка
- Трабекулы селезенки
- Пульпа селезенки
  - Белая пульпа
    - Периартериальные лимфоидные муфты
    - Селезеночные лимфоидные узелки
    - Макрофагально-лимфоидные муфты
  - Красная пульпа
- Синусы селезенки

Лабораторное занятие № 10

Тема: ЦЕНТРАЛЬНАЯ НЕРВНАЯ СИСТЕМА

Цель: научиться определять, называть и показывать спинной мозг и его отделы, серое и белое вещество спинного мозга, их строение. Научиться определять, называть и показывать отделы головного мозга; доли полушарий большого мозга, борозды и извилины, боковые желудочки, мозолистое тело; промежуточный мозг (таламус, эпиталамус, метаталамус) и третий желудочек; средний мозг (мост и мозжечок); продолговатый мозг и четвертый желудочек; уметь рассказать детали их анатомического строения.

Контрольные вопросы:

1. Филогенез нервной системы.
2. Значение нервной системы.
3. Онтогенез нервной системы.
4. Строение нейрона.
5. Схема рефлекторной дуги соматической нервной системы.
6. Классификация отделов нервной системы.
7. Спинной мозг (филогенез, онтогенез, строение).
8. Спинномозговые нервы.
9. Филогенез головного мозга.
10. Эмбриогенез головного мозга.
11. Продолговатый мозг (строение).
12. Мозжечок (филогенез, онтогенез, строение).
13. Варолиев мост (строение, топография ядер).
14. Ромбовидная ямка (топография ядер головных нервов).
15. Черепно-мозговые нервы (12 пар).
16. Средний мозг (строение, топография ядер).
17. Промежуточный мозг.
18. Конечный мозг (подкорковые ядра, внутренняя капсула).
19. Конечный мозг (доли, извилины, борозды).
20. Конечный мозг.
21. Белое вещество полушарий большого мозга.
22. Строение коры.
23. Локализация основных ядер анализаторов в коре большого мозга (цитоархитектоника коры).
24. Оболочки головного и спинного мозга.

25. Желудочковая система головного мозга.

Анатомические термины

НЕРВНАЯ СИСТЕМА
Нейрон
Нейроглия
Нервные волокна
  Миелиновые
  Безмиелиновые
Нервные окончания
Синапсы
Рефлекторная дуга
СПИННОЙ МОЗГ
Шейное утолщение
Пояснично-крестцовое утолщение
Мозговой конус
Терминальная нить (мозговой оболочки)
Терминальный желудочек
Передняя срединная щель
Задняя срединная борозда
Передняя латеральная борозда
Задняя латеральная борозда
Задняя промежуточная борозда
Канатики спинного мозга
  Передний канатик
  Боковой кнанатик
  Задний канатик
Сегменты спинного мозга
  Шейные (I – VIII) – шейная часть
  Грудные (I – XII) – грудная часть
  Поясничные (I – V) – поясничная часть
  Крестцовые (I – V) – крестцовая часть
  Копчиковые (I – III) – копчиковая часть
Поперечный разрез спинного мозга
Центральный канал
Серое вещество
Белое вещество
Серые столбы
  Передний столб
  Передний рог
  Задний столб
  Задний рог
  Боковой столб
  Боковой рог
  Боковой промежуточный столб
  Центральное промежуточное (серое) вещество
  Латеральное промежуточное (серое) вещество
  Грудной столб (грудное ядро)
  Крестцовые парасимпатические ядра
Ретикулярная формация
Белое вещество
  Белая спайка
  Передний канатик
    Передний корково-спинно-мозговой (пирамидный) путь
    Передний ретикулярно-спинно-мозговой путь
    Передний спинно-таламический путь
  Боковой канатик

Латеральный корково-спинно-мозговой (пирамидный) путь
Красноядерно-спинно-мозговой путь
Латеральный спинно-таламический путь
Передний спинно-мозжечковый путь
Задний спинно-мозжечковый путь
Задний канатик
Задние собственные пучки
ГОЛОВНОЙ МОЗГ
Конечный мозг
Большой мозг
Кора большого мозга (плащ)
Извилины большого мозга
Борозды большого мозга
Доли большого мозга
Продольная щель большого мозга
Поперечная щель большого мозга
Верхний край
Нижний край
Медиальный край
Полушарие большого мозга
Верхнелатеральная поверхность (полушария)
Центральная борозда
Латеральная борозда
Междолевые борозды
Лобная доля
Лобный полюс
Предцентральная борозда
Предцентральная извилина
Верхняя лобная извилина
Верхняя лобная борозда
Нижняя лобная борозда
Нижняя лобная извилина
Теменная доля
Постцентральная борозда
Постцентральная извилина
Верхняя теменная долька
Внутритеменная борозда
Нижняя теменная долька
Затылочная доля
Затылочный полюс
Поперечная затылочная борозда
Височная доля
Височный полюс
Верхняя височная извилина
Верхняя височная борозда
Средняя височная извилина
Нижняя височная борозда
Нижняя височная извилина
Островковая доля (островок)
Извилины островка
Круговая борозда островка
Медиальная и нижняя поверхности полушария
Борозда мозолистого тела
Поясная извилина
Перешеек поясной извилины
Поясная борозда
Подтеменная борозда
Медиальная лобная извилина
Парацентральная долька
Предклинье
Теменно-затылочная борозда
Клин
Шпорная борозда
Зубчатая извилина
Борозда гиппокампа
Парагиппокампальная извилина
Крючок
Язычная извилина
Коллатеральная борозда
Носовая борозда
Медиальная затылочно-височная извилина
Затылочно-височная борозда

- Латеральная затылочно-височная извилина
- Прямая извилина
- Обонятельная борозда
- Глазничные извилины
- Глазничные борозды
- Обонятельная луковица
- Обонятельный тракт
- Обонятельный треугольник
- Медиальная и латеральная обонятельные полоски
- Медиальная и латеральная обонятельные извилины
- Обонятельный мозг
- Переднее продырявленное вещество

Мозолистое тело
- Валик (мозолистого тела)
- Ствол мозолистого тела
- Колено мозолистого тела
- Клюв мозолистого тела

Передняя спайка

Свод
- Ножки свода
- Тело свода
- Лента свода
- Столб свода
- Спайка свода

Прозрачная перегородка
- Пластинки прозрачной перегородки
- Полость прозрачной перегородки

Боковой желудочек
- Центральная часть
- Межжелудочковое отверстие
- Передний рог (лобный рог)
- Задний рог (затылочный рог)
- Нижний рог (височный рог)
- Сосудистая щель
- Сосудистая лента
- Сосудистое сплетение бокового желудочка
- Птичья шпора
- Гиппокамп
  - Бахромка гиппокампа

Разрезы конечного мозга

Кора большого мозга
- Молекулярная пластинка
- Наружная зернистая пластинка
- Наружная пирамидальная пластинка
- Внутренняя зернистая пластинка
- Внутренняя пирамидная пластинка
- Полиморфная пластинка

Базальные ядра

Полосатое тело
- Хвостатое ядро
  - Головка (хвостатого ядра)
  - Тело (хвостатого ядра)
  - Хвост (хвостатого ядра)
- Чечевицеобразное ядро
  - Скорлупа
  - Латеральная мозговая пластинка
  - Латеральный бледный шар
  - Медиальная мозговая пластинка
  - Медиальный бледный шар
- Ограда

Самая наружная капсула

Наружная капсула

Внутренняя капсула

Ассоциативные нервные волокна

Комиссуральные нервные волокна

Проекционные нервные волокна

Промежуточный мозг

Таламус
- Задний таламус (подушка)

- Передний таламус (передний бугорок)
Эпиталамус
- Поводок
- Борозда поводка
- Треугольник поводка
- Спайка поводков
Эпиталамическая спайка (задняя спайка)
Метаталамус
- Медиальное коленчатое тело
- Латеральное коленчатое тело
Гипоталамус
- Предзрительное поле
- Зрительный перекрест
- Зрительный тракт
- Сосцевидное тело
- Серый бугор
- Воронка

III желудочек
- Межжелудочковые отверстия
- Сосудистое сплетение III желудочка

Средний мозг
Ножка мозга
- Основание ножки мозга
- Покрышка среднего мозга
- Крыша среднего мозга
  - Пластинка крыши
  - Нижний холмик
  - Верхний холмик
  - Ручка нижнего холмика
  - Ручка верхнего холмика
  - Треугольник петли
  - Верхняя ножка мозжечка

Водопровод среднего мозга
Разрезы среднего мозга
Красные ядра
Центральное серое вещество
Черное вещество
Ретикулярная формация
Задний мозг
Мост
- Средняя мозжечковая ножка

Основная борозда
Разрезы моста
Передняя (базилярная) часть моста
Задняя часть моста (покрышка моста)
Ретикулярная формация
Трапециевидное тело
Мозжечок
Листки мозжечка
Щели мозжечка
Тело мозжечка
Червь мозжечка
- Полушарие мозжечка
- Передняя доля мозжечка
- Задняя доля мозжечка
- Горизонтальная щель
- Задняя латеральная щель
- Клочково-узелковая доля
  - Узелок
  - Клочок

Разрезы мозжечка
Древо жизни мозжечка
Кора мозжечка
- Молекулярный слой
- Слой грушевидных нейронов
- Зернистый слой

Ядра мозжечка
- Зубчатое ядро
- Пробковидное ядро
- Шаровидное ядро
- Ядро шатра

Ножки мозжечка
- Нижняя мозжечковая ножка
- Средняя мозжечковая ножка
- Верхняя мозжечковая ножка

Продолговатый мозг
Передняя срединная щель
Пирамида (продолговатого мозга)
- Перекрест пирамид

Передняя латеральная борозда
Боковой канатик
Олива
Задняя латеральная борозда
Нижняя мозжечковая ножка
Тройничный бугорок
Клиновидный пучок
Бугорок клиновидного ядра
Тонкий пучок
Бугорок тонкого ядра
Задняя срединная борозда
IV желудочек
Ромбовидная ямка
Срединная борозда
Медиальное возвышение
  Лицевой бугорок
Вестибулярное поле
  Мозговые полоски (IV желудочка)
  Треугольник подъязычного нерва
  Треугольник блуждающего нерва
Крыша IV желудочка
  Верхний мозговой парус
  Нижний мозговой парус
Сосудистая основа IV желудочка
Сосудистое сплетение IV желудочка
Срединная апертура IV желудочка
Латеральная апертура IV желудочка

Лабораторное занятие № 11

Тема: ОБОЛОЧКИ МОЗГА. ПЕРИФЕРИЧЕСКАЯ НЕРВНАЯ СИСТЕМА. ВЕГЕТАТИВНАЯ НЕРВНАЯ СИСТЕМА

Цель: научиться определять, называть и показывать оболочки мозга, рассказывать их строение, формирование спинно-мозговых нервов, нервные сплетения и их основные ветви.

Контрольные вопросы:

1. Периферическая нервная система (шейное сплетение).
2. Плечевое сплетение (формирование и основные ветви).
3. Пояснично-крестцовое сплетение.
4. Копчиковое сплетение.
5. Вегетативная нервная система.
6. Парасимпатическая нервная система.
7. Симпатическая нервная система.
8. Рефлекторная дуга вегетативной нервной системы.
9. Отличия строения вегетативной нервной системы от соматической.

Анатомические термины

МОЗГОВЫЕ ОБОЛОЧКИ
Твердая оболочка головного мозга
- Серп большого мозга
- Намет мозжечка
- Серп мозжечка
- Диафрагма седла
- Субдуральное пространство

Синусы твердой мозговой оболочки
- Поперечный синус
- Синусный сток
- Затылочный синус
- Сигмовидный синус
- Верхний сагиттальный синус
- Нижний сагиттальный синус
- Прямой синус
- Нижний каменистый синус
- Верхний каменистый синус
- Пещеристый синус
- Клиновидно-теменной синус

Паутинная оболочка головного мозга
- Подпаутинное пространство
- Спинно-мозговая жидкость

- Подпаутинные цистерны
- Мягкая оболочка головного мозга
- Твердая оболочка спинного мозга
- Эпидуральное пространство
- Подпаутинная оболочка спинного мозга
  - Подпаутинное пространство
  - Спинно-мозговая жидкость
- Мягкая оболочка спинного мозга
  - Зубчатые связки
  - Терминальная нить внутренняя
- ПЕРИФЕРИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ
- Нерв
- Эндоневрий
- Периневрий
- Эпиневрий
- Чувствительные (афферентные) нервные волокна
- Двигательные (эфферентные) нервные волокна
- Висцеральные нервные волокна
- Узел (ганглий)
- Спинно-мозговые узлы (чувствительные)
- Чувствительные узлы черепных нервов
- Вегетативные (автономные) узлы
  - Предузловые нервные волокна
  - Послеузловые нервные волокна
  - Симпатический узел
    - Белая соединительная ветвь
    - Серая соединительная ветвь
  - Парасимпатический узел
- Ядра черепных нервов
- Смешанный нерв
- Двигательный нерв
- Чувствительный нерв
- Соединительная ветвь
- Вегетативные (автономные) нерв и ветвь
  - Висцеральные и сосудистые сплетения
  - Периартериальное сплетение
- Черепные нервы
- Обонятельные нерв (I)
- Зрительный нерв (II)
- Глазодвигательный нерв (III)
  - Верхняя ветвь
  - Нижняя ветвь
  - Ресничный узел
- Блоковой нерв (IV)
- Тройничный нерв (V)
  - Чувствительный корешок
  - Тройничный узел
  - Двигательный корешок
  - Глазной нерв
  - Верхнечелюстной нерв
    - Крылонебный узел
  - Нижнечелюстной нерв
    - Щечный нерв
    - Ушно-височный нерв
    - Язычный нерв
    - Поднижнечелюстной узел
    - Ушной узел
- Отводящий нерв (VI)
- Лицевой нерв (VII)
  - Промежуточный нерв
  - Узел коленца
  - Барабанная струна
- Преддверно-улитковый нерв (VIII)
  - Преддверная часть
  - Преддверный узел
  - Улитковая часть
  - Улитковый узел (спиральный узел улитки)
- Языкоглоточный нерв (IX)
  - Верхний узел
  - Нижний узел
    - Барабанный нерв
    - Барабанное утолщение (узел)
- Блуждающий нерв (X)
  - Верхний узел

Нижний узел
Добавочный нерв (XI)
Подъязычный нерв (XII)
Спинно-мозговые нервы
Корешковые нити
Передний корешок (двигательный)
Задний корешок (чувствительный)
Спинно-мозговой узел (чувствительный)
Ствол спинно-мозгового нерва
Передняя ветвь
Задняя ветвь
Соединительная ветвь
Менингеальная ветвь
Шейные нервы
Задние ветви
Передние ветви
Шейное сплетение
Малый затылочный нерв
Большой ушной нерв
Поперечный нерв шеи
Надключичные нервы
Мышечные ветви
Диафрагмальный нерв
Плечевое сплетение
Стволы сплетения
Верхний ствол
Средний ствол
Нижний ствол
Надключичная часть
Дорсальный нерв лопатки
Длинный грудной нерв
Подключичный нерв
Надлопаточный нерв
Подключичная часть
Медиальныйгрудной нерв
Латеральный грудной нерв
Мышечно-кожный нерв
Медиальный кожный нерв плеча
Медиальный кожный нерв предплечья
Срединный нерв
Локтевой нерв
Мышечные ветви
Тыльная ветвь локтевого нерва
Ладонная ветвь локтевого нерва
Поверхностная ветвь
Глубокая ветвь
Лучевой нерв
Задний кожный нерв плеча
Задний кожный нерв предплечья
Мышечные ветви
Глубокая ветвь
Поверхностная ветвь
Подлопаточный нерв
Грудоспинной нерв
Подмышечный нерв
Мышечные ветви
Верхний латеральный кожный нерв плеча
Грудные нервы
Задние ветви
Латеральная кожная ветвь
Медиальная кожная ветвь
Передние ветви (межреберные нервы)
Подреберный нерв
Поясничные нервы
Задние ветви
Медиальная ветвь
Латеральная ветвь
Передние ветви
Крестцовые нервы и копчиковые нервы
Задние ветви
Передние ветви
Пояснично-крестцовое сплетение
Поясничное сплетение
Мышечные ветви
Подвздошно-подчревный нерв
Подвздошно-паховый нерв

- Бедренно-половой нерв
- Латеральный кожный нерв бедра
- Запирательный нерв
- Бедренный нерв

Крестцовое сплетение

Внутренний запирательный нерв
Грушевидный нерв
Нерв квадратной мышцы бедра
Пояснично-крестцовый ствол
Верхний ягодичный нерв
Нижний ягодичный нерв
Задний кожный нерв бедра
Седалищный нерв

- Общий малоберцовый нерв
  - Поверхностный малоберцовый нерв
  - Глубокий малоберцовый нерв
- Большеберцовый нерв

Половой нерв
Копчиковый нерв
Копчиковое сплетение

ВЕГЕТАТИВНАЯ (АВТОНОМНАЯ) ЧАСТЬ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

Вегетативные (автономные, висцеральные) сплетения

Узлы вегетативных сплетений

- Грудное аортальное сплетение
- Брюшное аортальное сплетение
- Чревное сплетение
- Верхнее брыжеечное сплетение
- Верхнее и нижнее подчревные сплетения

СИМПАТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

Симпатический ствол

- Узлы симпатического ствола
- Межузловые ветви
- Соединительные ветви
- Промежуточные узлы
- Верхний шейный узел
- Средний шейный узел
- Шейногрудной (звездчатый) узел
- Грудные узлы
- Поясничные узлы
- Крестцовые узлы

ПАРАСИМПАТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Ресничный узел
Крылонебный узел
Ушной узел
Поднижнечелюстной узел
Подъязычный узел
Тазовые внутренностные нервы
Тазовые узлы

Лабораторное занятие № 12

Тема: ОРГАНЫ ЧУВСТВ

Цель: научиться находить, называть и показывать на препаратах и муляжах строение органа зрения, оболочки глазного яблока, светопреломляющие среды, вспомогательные органы глаза; строение ушной раковины, наружного слухового прохода, стенок барабанной полости, костного и перепончатого лабиринтов, понимать функции внутреннего уха; органов вкуса и обоняния.

Контрольные вопросы:

1. Принципы строения и классификация анализаторов.
2. Филогенез органа зрения.
3. Эмбриогенез органа зрения.
4. Общий план строения органа зрения.
5. Оболочки глазного яблока.
6. Преломляющие среды глаза.
7. Вспомогательный аппарат глаза.
8. Схема зрительного анализатора.
9. Филогенез акустического анализатора.
10. Строение звукопроводящих путей органа слуха.
11. Строение звуковоспринимающего аппарата органа слуха.
12. Схема акустического анализатора.
13. Анализатор равновесия.
14. Обонятельный анализатор.
15. Вкусовой анализатор.
16. Стато-кинетический анализатор.

Анатомические термины

ОРГАН ЗРЕНИЯ
Глазное яблоко
Передний полюс
Задний полюс
Экватор
Меридианы
Наружная ось глазного яблока

Внутренняя ось глазного яблока
Зрительная ось
Фиброзная оболочка глазного яблока
  Склера
    Борозда склеры
    Венозный синус склеры
    Решетчатая пластинка
  Роговица
    Лимб
    Передняя поверхность
    Задняя поверхность
Сосудистая оболочка глазного яблока
  Собственно сосудистая оболочка
  Ресничное тело
    Ресничный венец
    Ресничные отростки
    Ресничные складки
    Ресничный кружок
    Ресничная мышца
  Радужка
    Зрачковый край
    Ресничный край
    Передняя поверхность
    Задняя поверхность
    Зрачок
    Пигментный эпителий
Внутренняя (чувствительная) оболочка глазного яблока – сетчатка
  Зрительная часть сетчатки
  Зубчатый край
  Диск зрительного нерва
  Желтое пятно
Передняя камера глазного яблока
Задняя камера глазного яблока
  Водянистая влага
Стекловидная камера глазного яблока
  Стекловидное тело
Хрусталик
  Передний полюс хрусталика
  Задний полюс хрусталика
  Передняя поверхность хрусталика
  Задняя поверхность хрусталика
  Ось хрусталика
  Экватор хрусталика
  Ресничный поясок

Вспомогательные органы глаза

Мышцы глазного яблока
  Верхняя прямая мышца
  Нижняя прямая мышца
  Медиальная прямая мышца
  Латеральная прямая мышца
  Общее сухожильное кольцо
  Верхняя косая мышца
  Нижняя косая мышца
  Мышца, поднимающая верхнее веко
Веки
  Верхнее веко
  Нижнее веко
  Щель век, глазная щель
  Латеральная спайка век
  Медиальная спайка век
  Латеральный угол глаза
  Медиальный угол глаза
  Передние края век
  Задние края век
  Ресницы
  Верхний хрящ века
  Нижний хрящ века
Коньюнктива
Слезный аппарат
  Слезная железа
  Слезный ручей
  Слезное озеро
  Слезный сосочек
  Слезная точка
  Слезный каналец
  Слезный мешок
  Носослезный проток

ПРЕДДВЕРНО-УЛИТКОВЫЙ ОРГАН

Наружное ухо

Ушная раковина
  Долька ушной раковины (мочка)

- Хрящ ушной раковины
- Завиток
- Противозавиток
- Ладья
- Раковина уха
- Противокозелок
- Козелок

Наружный слуховой проход
Барабанная перепонка
Среднее ухо
Барабанная полость
Покрышечная стенка
Яремная стенка
Лабиринтная стенка
- Окно преддверия
  - Ямочка окна преддверия
- Окно улитки
  - Вторичная барабанная перепонка

Сосцевидная стенка
- Сосцевидная пещера
- Вход в пещеру
- Сосцевидные ячейки

Сонная стенка
Перепончатая стенка
- Барабанная перепонка
- Слуховые косточки
  - Стремя
  - Наковальня
  - Молоточек
- Суставы слуховых косточек
- Связки слуховых косточек
- Мышцы слуховых косточек

Слизистая оболочка барабанной полости
Слуховая труба (Евстахиева)
- Барабанное отверстие слуховой трубы
- Костная часть слуховой трубы
- Хрящевая часть слуховой трубы
- Слизистая оболочка
- Глоточное отверстие слуховой трубы

Внутреннее ухо
Костный лабиринт
Преддверие
- Сферическое углубление
- Эллиптическое углубление
  - Гребень преддверия
  - Пирамида преддверия
- Улитковое углубление
  - Решетчатые пятна
- Костные полукружные каналы
  - Передний полукружный канал
  - Задний полукружный канал
  - Латеральный полукружный канал
- Костные ампулы
  - Передняя костная ампула
  - Задняя костная ампула
  - Латеральная костная ампула
- Костные ножки
  - Общая костная ножка
  - Простая костная ножка
  - Ампулярные костные ножки

Улитка
- Купол улитки
- Основание улитки
- Спиральный канал улитки
- Стержень
  - Костная спиральная пластинка
- Отверстие улитки, геликотрема

Перепончатый лабиринт
- Эндолимфатический проток
- Эндолимфатический мешок
- Проток эллиптического и сферического мешочков
- Эллиптический мешочек
- Полукружные протоки

- Передний полукружный проток
- Задний полукружный проток
- Латеральный полукружный проток
- Собственная мембрана полукружного протока
- Базальная мембрана полукружного протока
- Эпителий полукружного протока

- Перепончатые ампулы
  - Передняя перепончатая ампула
  - Задняя перепончатая ампула
  - Латеральная перепончатая ампула
  - Ампулярная бороздка
  - Ампулярный гребешок
  - Купол
- Перепончатые ножки
  - Простая перепончатая ножка
  - Ампулярные перепончатые ножки
  - Общая перепончатая ножка
- Соединяющий проток
- Сферический мешочек
- Пятна
- Пятно эллиптического мешочка
- Пятно сферического мешочка
  - Статоконии
  - Мембрана статоконии

Эндолимфа

Перилимфа

Улитковый лабиринт

- Перилимфатическое пространство
  - Лестница преддверия
  - Барабанная лестница
- Перилимфатический проток
- Улитковый проток
- Слепое выпячивание купола
- Слепое преддверное выпячивание
- Барабанная стенка улиткового протока (спиральная мембрана)

Спиральный орган

- Базилярная пластинка
- Спиральный гребень (спиральная связка)
- Отверстия нервов
- Край костной спиральной пластинки
- Покровная мембрана
- Преддверная стенка улиткового протока (преддверная мембрана)
- Наружная стенка улиткового протока
- Спиральный узел улитки

ОРГАН ОБОНЯНИЯ

Обонятельная область слизистой оболочки носа

- Обонятельные железы

ОРГАН ВКУСА

Вкусовая почка

Вкусовое отверстие

Лабораторное занятие № 13

Тема: ОБЩИЙ ПОКРОВ

Цель: научиться называть и показывать общий покров, понимать функции кожи и ее производных.

Контрольные вопросы:

1. Общий план строения кожи.
2. Строение эпидермиса кожи.
3. Строение дермы кожи.
4. Производные эпидермиса: волосы, ногти, железы.
5. Кожный анализатор.

Анатомические термины

Кожа
Эпидермис
Дерма (собственно кожа)
  Сосочки
Подкожная основа
  Жировые отложения
Нервные окончания
Волосы
Корень волоса
  Волосяной мешок
Наружное корневое влагалище
Волосяная луковица
Сосочек волоса
    Матрикс
Стержень волоса
  Мозговое вещество
  Корковое вещество
  Кутикула
Ноготь
Ложе ногтя
Валик ногтя
Тело ногтя
Корень ногтя
Луночка
Скрытый край
Латеральный край
Свободный край
Край ногтевого ложа, перионихий
Надногтевая пластинка, эпонихий
Подногтевая пластинка, гипонихий
Молочная железа
Тело молочной железы
  Доли молочной железы
  Млечные протоки
  Млечные синусы

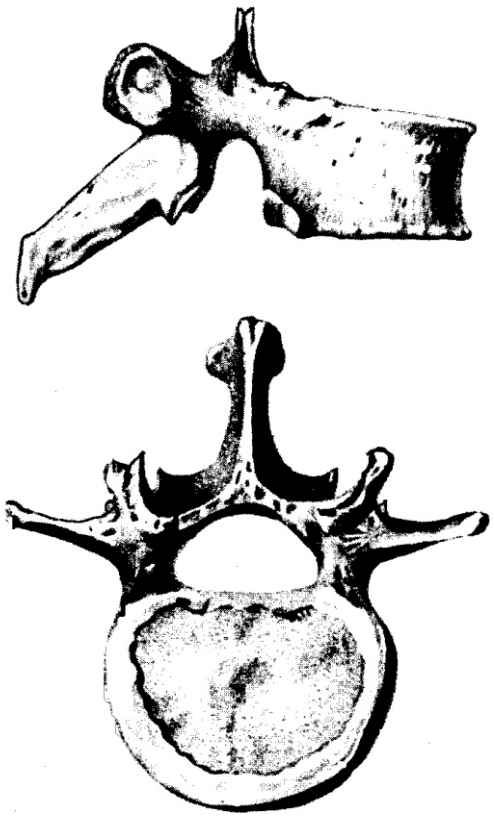
Сосок молочной железы

Околососковый кружок

Железы околососкового кружка

КОНТУРНЫЕ КАРТЫ

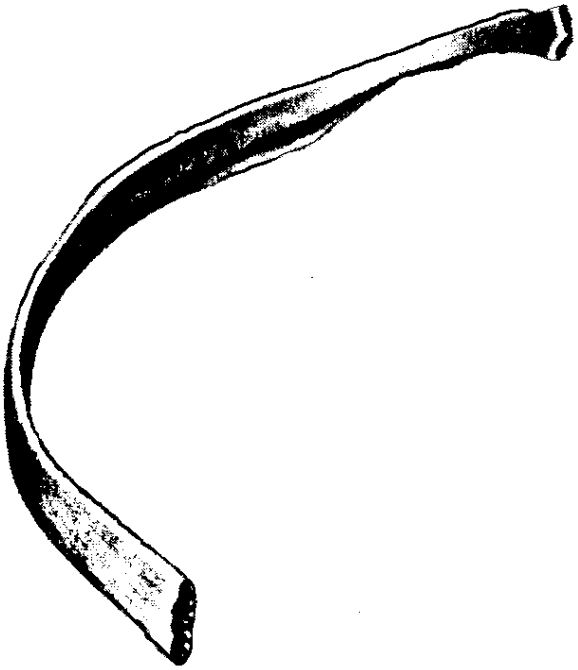
Карта № 1



Грудной позвонок
(vertebrae thoracica)

1. Corpus vertebrae
2. Processus articularis superior
3. Processus articularis inferior
4. Processus transversales
5. Processus spinosus
6. Foramen vertebrae
7. Arcus vertebrae
8. Fovea costales superior
9. Fovea costales inferior
10. Incisura vertebralis superior
11. Incisura vertebralis inferior
12. Fovea costalis transversalis

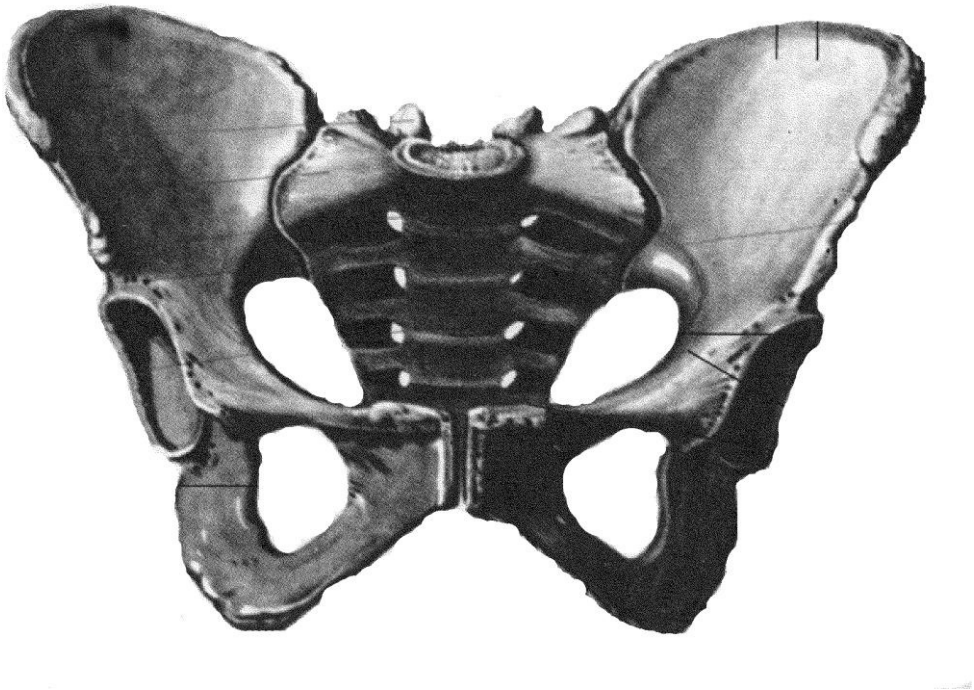
Карта № 2



Ребро (costae)

1. Caput costae
2. Collum costae
3. Tuberculum costae
4. Corpus costae
5. Sulcus

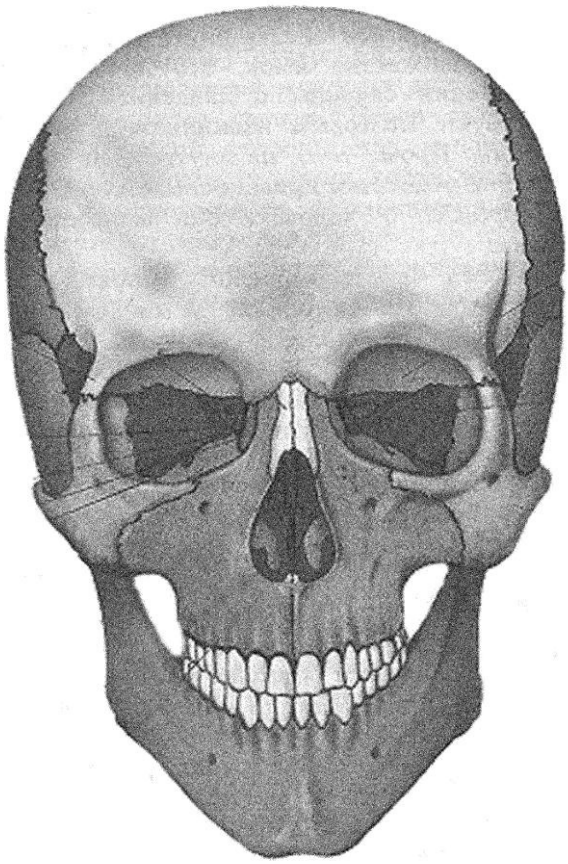
Карта № 3



Таз (pelvis)

1. os sacrum
2. articulatio sacroiliaca
3. pelvis major
4. pelvis minor
5. foramen obturatum
6. os ilium
7. ala ossis ilii
8. crista iliaca
9. acetabulum
10. os ischii
11. os pubis
12. tuberculum pubicum
13. linea terminalis

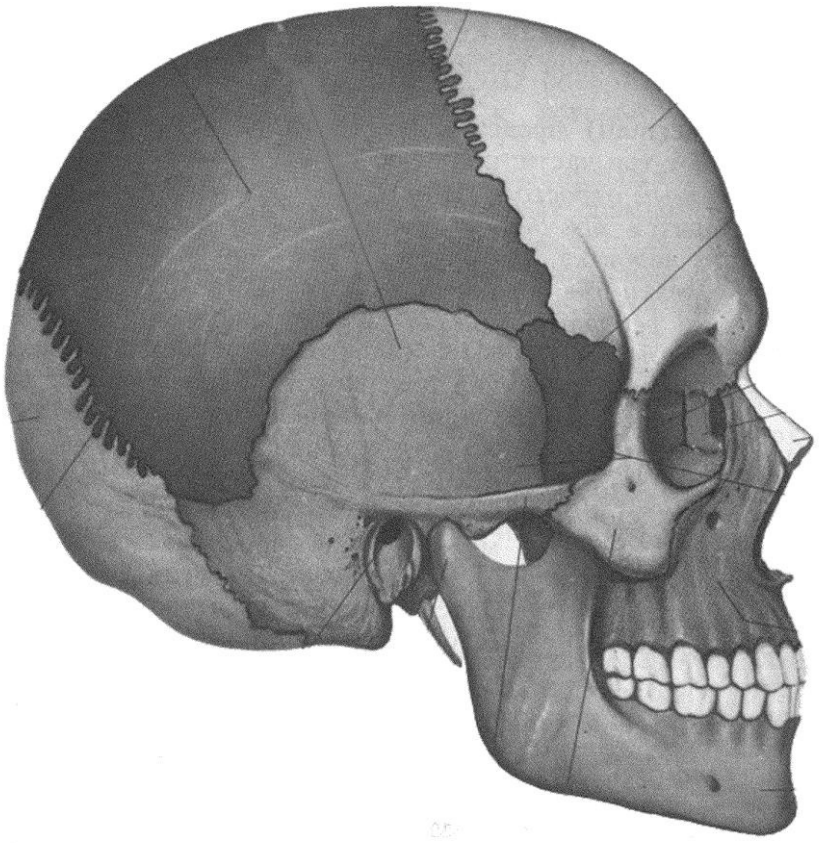
Карта № 4



Череп, вид спереди (cranium)

1. os frontale
2. os parietale
3. os temporale
4. os zygomaticum
5. os nasale
6. os sphenoidale
7. os lacrimale
8. maxilla
9. mandibula
10. cavum nasi
11. concha nasalis inferior
12. os ethmoidale
13. protuberantia mentalis

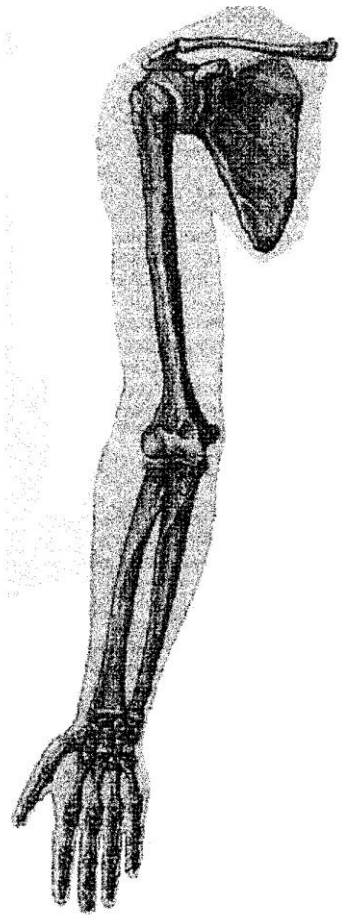
Карта № 5



Череп, вид сбоку (cranium)

1. os frontale
2. os parietale
3. os temporale
4. os occipitale
5. os zygomaticum
6. mandibula
7. maxilla
8. os nasale
9. os lacrimale
10. os sphenoidale
11. os ethmoidale
12. processus styloideus
13. processus mastoideus

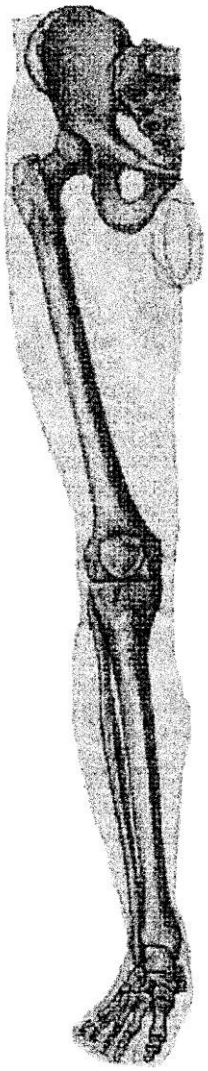
Карта № 6



Скелет верхней конечности.

1. clavicula
2. scapula
3. processus coracoideus
4. acromion
5. humerus
6. caput humeri
7. collum anatomicum
8. tuberculum majus
9. tuberculum minus
10. epicondylus lateralis
11. epicondylus mediales
12. fossa coronoidea
13. radius
14. ulna
15. ossa carpi
16. ossa metacarpi
17. ossa digitorum manus

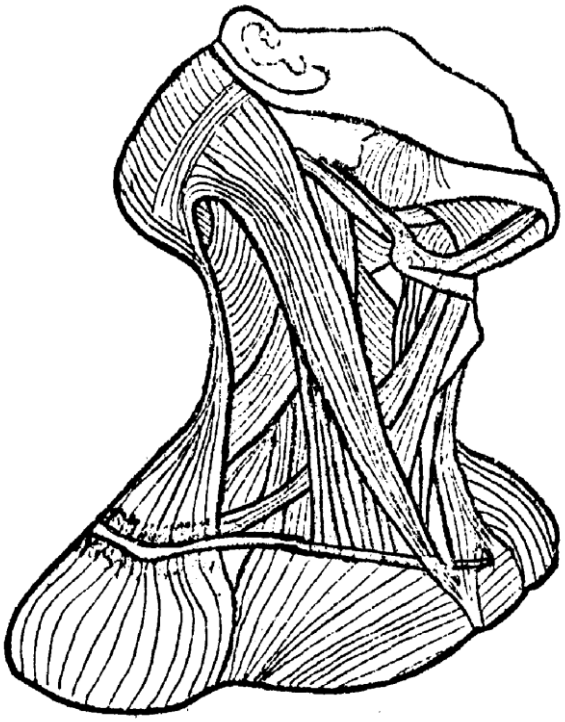
Карта № 7



Скелет нижней конечности.

1. os sacrum
2. os coxae
3. femur
4. collum femoris
5. trochanter major
6. epicondylus lateralis
7. epicondylus medialis
8. patella
9. tibia
10. fibula
11. ossa tarsi
12. ossa metatarsi
13. ossa digitorum pedis

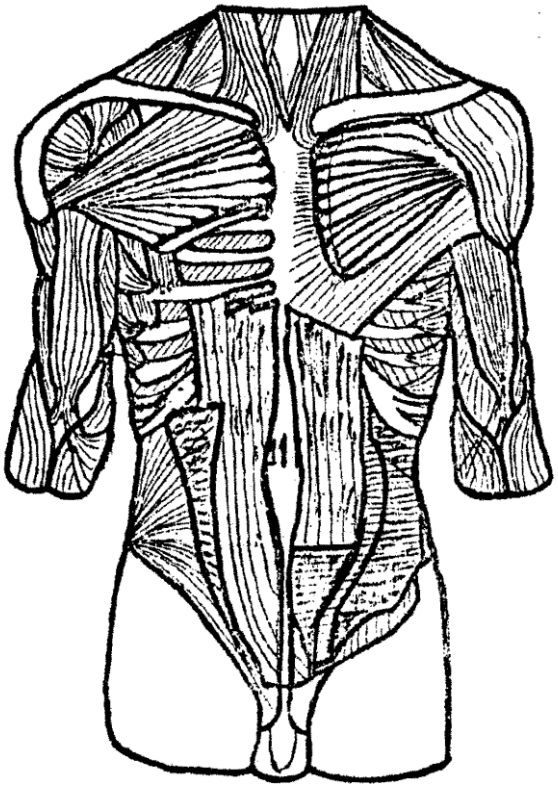
Карта № 8



Мышцы шеи.

1. m. sternocleidomastoideus
2. m. mylohyoideus
3. m. digastricus
4. m. stylohyoideus
5. m. scalenus ant., med., post.
6. m. omohyoideus
7. m. sternohyoideus

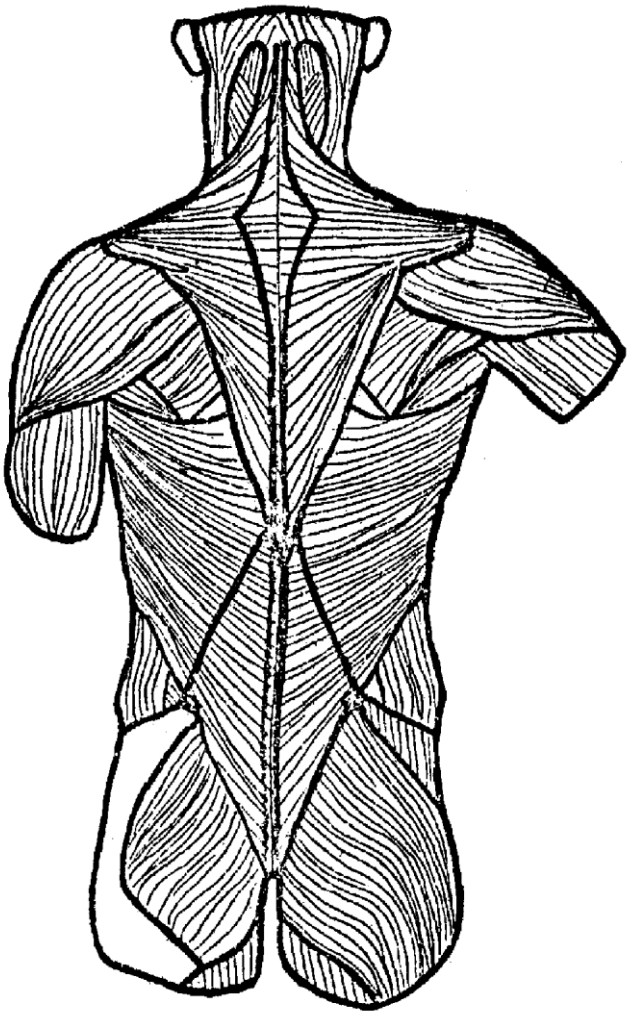
Карта № 9



Мышцы туловища и верхней конечности

1. m. pectoralis major
2. m. serratus anterior
3. m. intercostales externi
4. m. intercostales interni
5. m. rectus abdominis
6. m. transversus abdominis
7. m. deltoideus
8. m. biceps brachii
9. m. obliguus internus abdominis
10. m. pectoralis minor

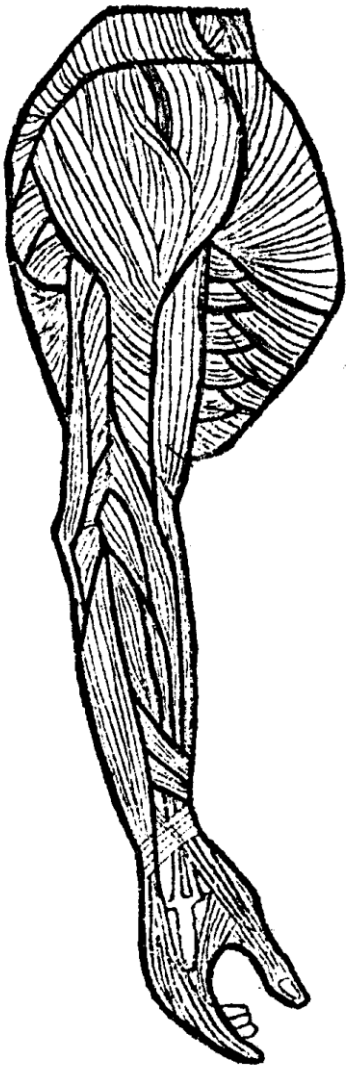
Карта № 10



Мышцы спины.

1. m. trapezium
2. m. deltoideus
3. m. latissimus dorsi
4. m. gluteus maximus
5. m. sternocleidomastoideus
6. m. obliguus externus abdominis
7. m. splenius capitis

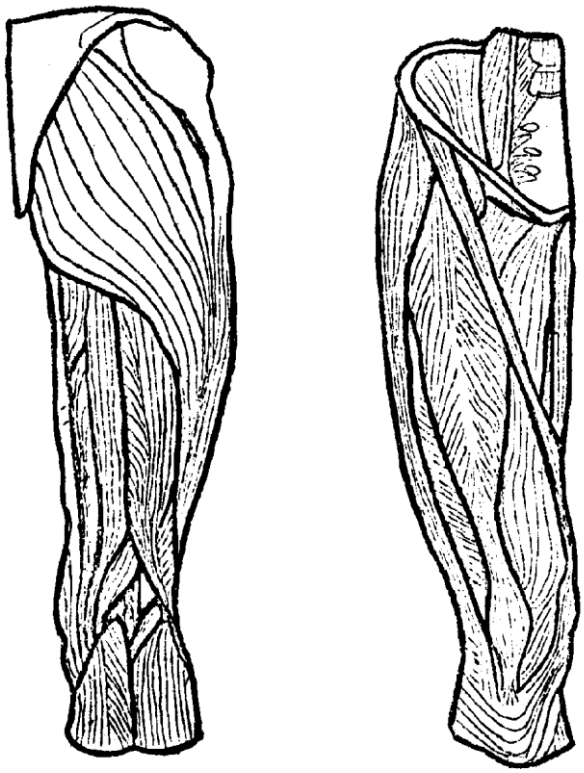
Карта № 11



Мышцы верхней конечности.

1. m. trapezium
2. m. pectoralis major
3. m. serratus anterior
4. m. deltoideus
5. m. triceps brachii
6. m. biceps brachii
7. m. brachialis
8. m. flexor carpi ulnaris
9. m. brachioradialis
10. m. abductor pollicis longus

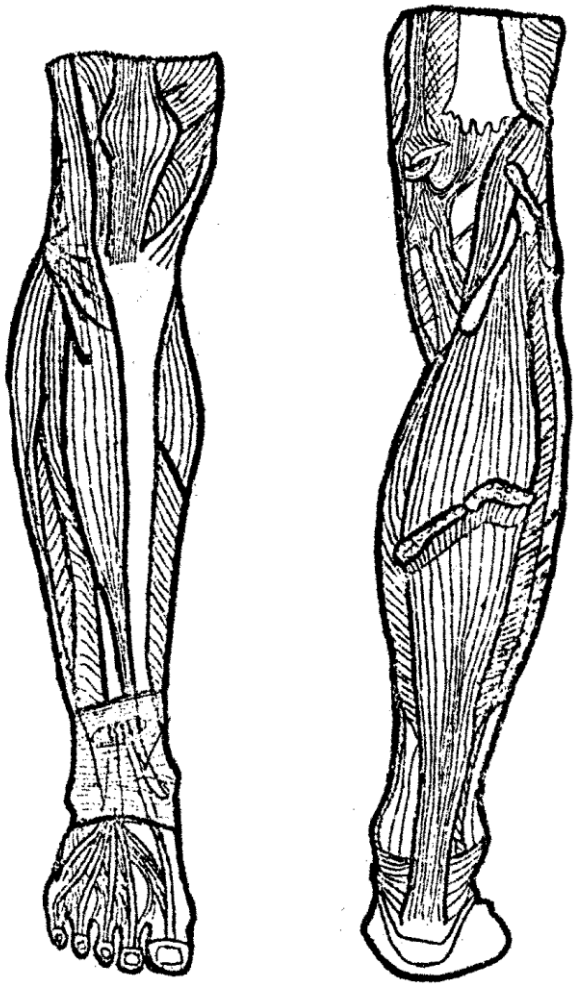
Карта № 12



Мышцы бедра.

1. m. gluteus maximus
2. m. biceps femoris
3. m. semitendinosus
4. m. adductor longus
5. m. gastrocnemius
6. m. sartorius
7. m. guadriceps femoris
8. m. pectineus
9. m. gracilis
10. m. psoas major

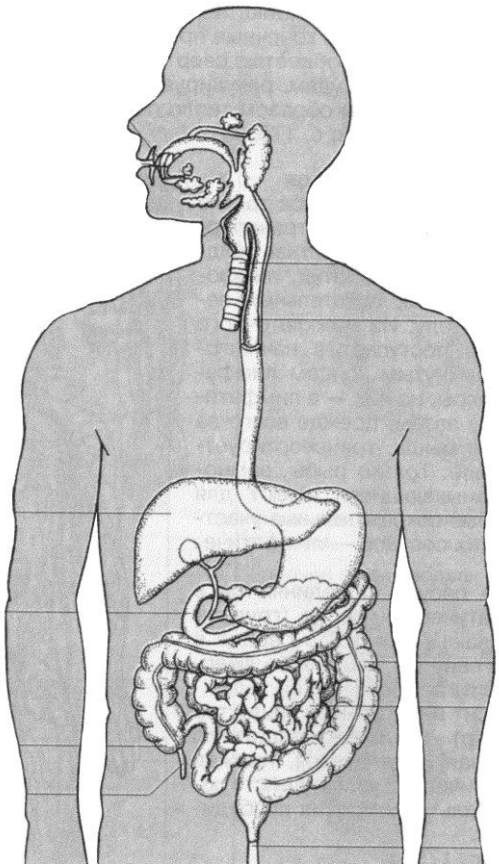
Карта № 13



Мышцы голени.

1. m. gastrocnemius
2. m. soleus
3. m. tibialis anterior
4. m. peroneus longus
5. m. peroneus brevis
6. m. guadriceps femoris
7. m. extensor digitorum longus
8. m. popliteus

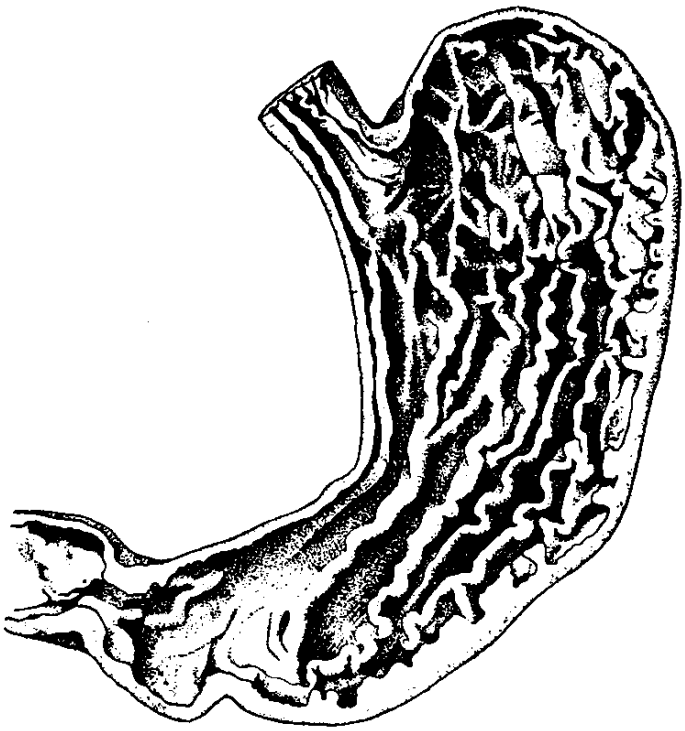
Карта № 14



Органы пищеварения

1. glandula parotis
2. glandula submandibularis
3. cavum oris
4. lingua
5. pharynx
6. oesophagus
7. ventriculus
8. duodenum
9. hepar
10. vesuca fellea
11. pancreas
12. intestinum jejunum
13. intestinum ileum
14. caecum
15. appendix vermiformis
16. colon transversum
17. colon descendens
18. colon sigmoideum
19. rectum
20. colon ascendens

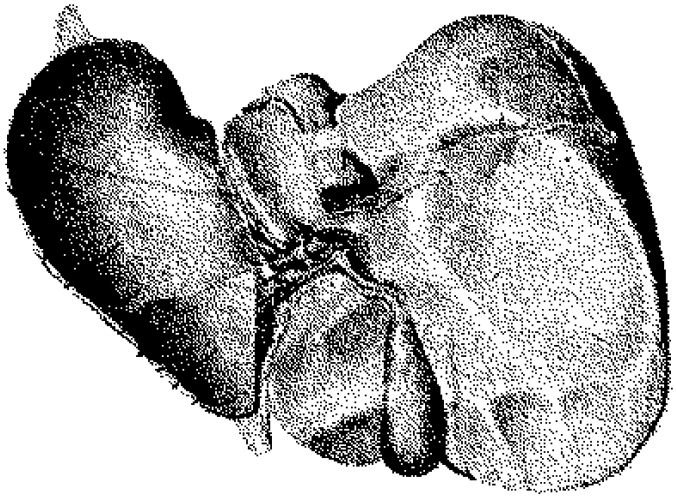
Карта № 15



Желудок (ventriculus).

1. pars cardiaca ventriculi
2. fundus ventriculi
3. corpus ventriculi
4. pars pilorica ventriculi
5. curvatura ventriculi major
6. curvatura ventriculi minor
7. duodenum
8. pylorus
9. plicae gastricae

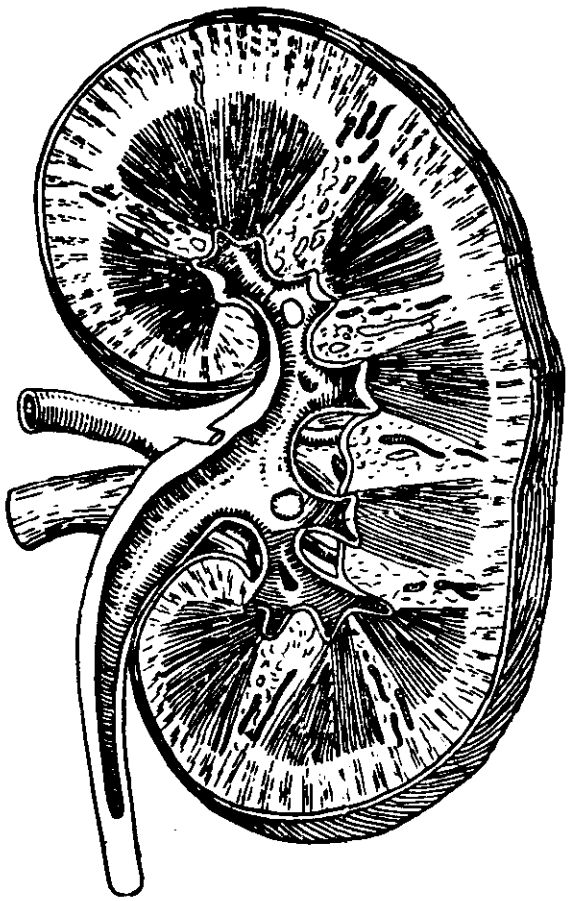
Карта № 16



Печень (hepar).

1. lobus dexter
2. lobus sinister
3. lobus guadratus
4. lobus caudatus
5. vesica fellea
6. v. portae
7. v. cava inferior
8. a. hepatica
9. ductus cysticus

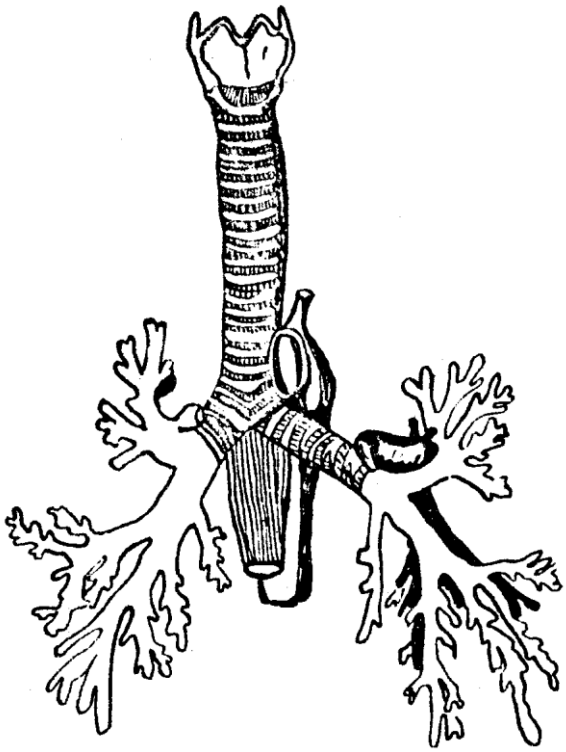
Карта № 17



Почка (ren).

1. cortex renis
2. medulla renis
3. papillae renalis
4. ureter
5. pelvis renalis
6. pyramides renalis
7. renalis
8. v. renalis
9. columnae renalis

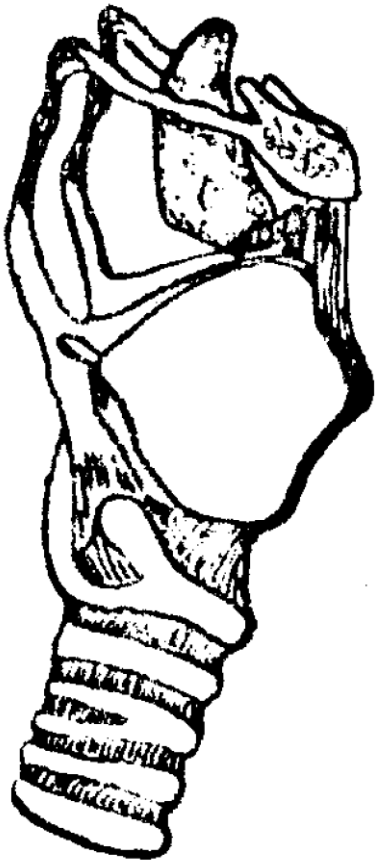
Карта № 18



Дыхательные пути и прилежащие органы.

1. cartilago thyreoidea
2. cartilago cricoidea
3. trachea
4. bronchi
5. bifurcatio tracheae
6. oesophagus
7. aorta
8. a. pulmonalis sinistra
9. bronchus principalis sinister

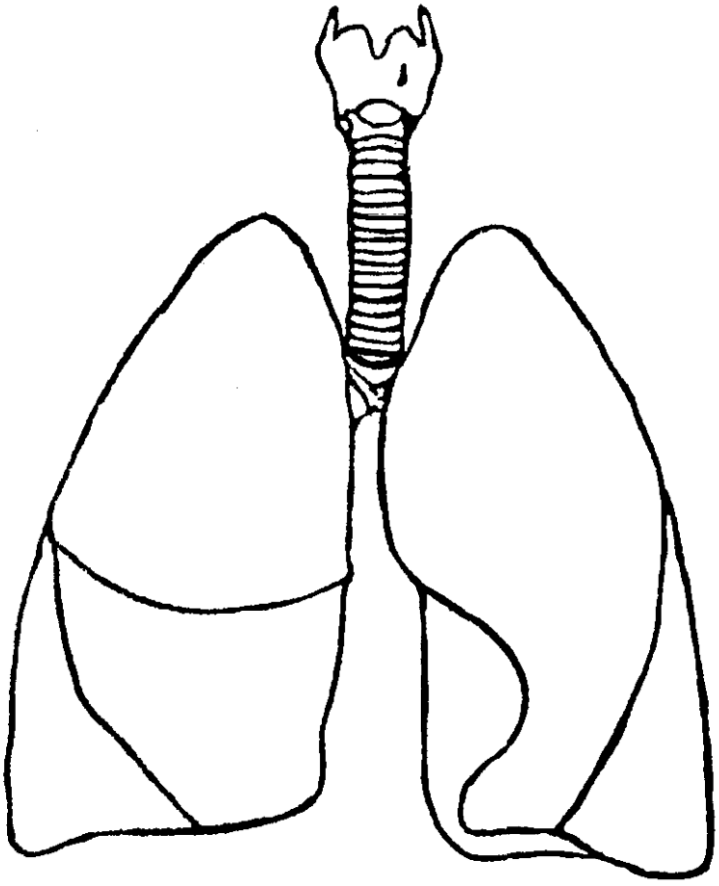
Карта № 19



Гортань (larynx)

1. os hyoideum
2. epiglottis
3. cartilago thyreoidea
4. cartilago cricoidea
5. cartilagines tracheales
6. cornu superius cart. thyr.
7. cornu inferius cart. thyr.

Карта № 20



Органы дыхания

1. larynx
2. trachea
3. bifurcatio tracheae
4. lobus superior
5. lobus medius
6. lobus inferior
7. lobus superior
8. lobus inferior
9. apex pulmonalis
10. basis pulmonalis
11. margo anterior pulmonalis
12. margo posterior pulmonalis
13. incisura cardiaca

Карта № 21

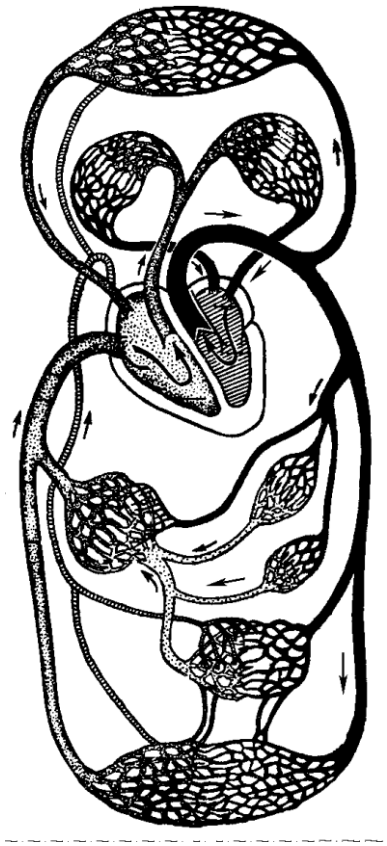
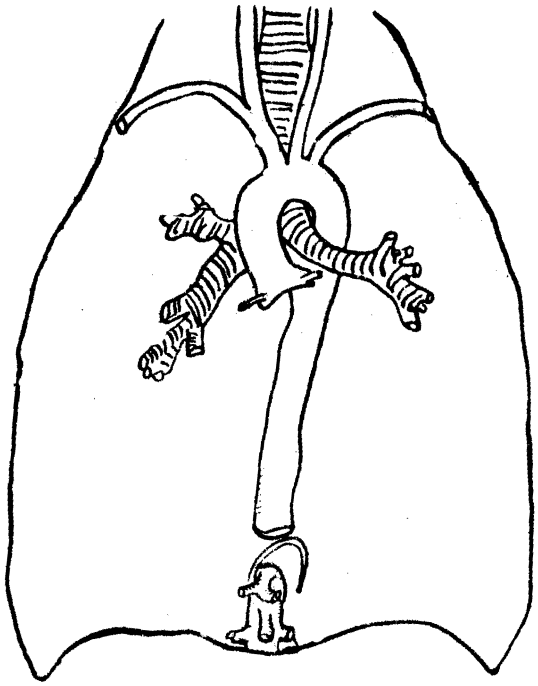


Схема малого и большого круга кровообращения

1 a.carotis communis (dextra et sinistra)
2. v. cava superior
3. v. cava inferior
4. v. portae
5. truncus pulmonalis
6. v. pulmonalea
7. arcus aortae
8. truncus coeliacus
9. a. mesenterica superior
10. v. hepatica

Карта № 22



Грудная аорта

1. bulbus aortae
2. a. coronaria
3. pars ascendens
4. pars descendens
5. arcus aortae
6. truncus brachiocephalicus
7. a. carotis communis dextra
8. a. subclavia sinistra
9. truncus coeliacus
10. a. mesenterica superior
11. a. renalis
12. a. carotis communis sinistra
13. a. subclavia dextra
14. aorta thoracica

Карта № 23

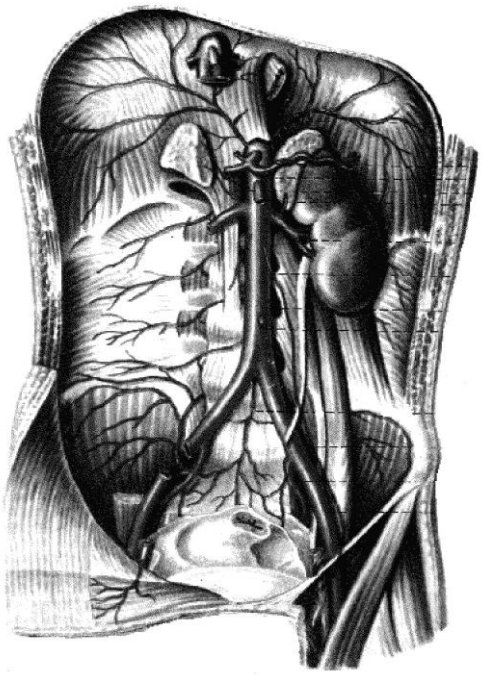


Схема аорты (брюшная полость)

1. truncus coeliacus
2. a. lienalis
3. a. hepatica communis
4. a. mesenterica superior
5. a. renalis
6. a. mesenterica inferior
7. a. iliaca communis sinistra
8. a. iliaca externa dextra
9. a. iliaca interna dextra
10. a. testicularis sinistra
11. a. saeralis mediana

Карта № 24

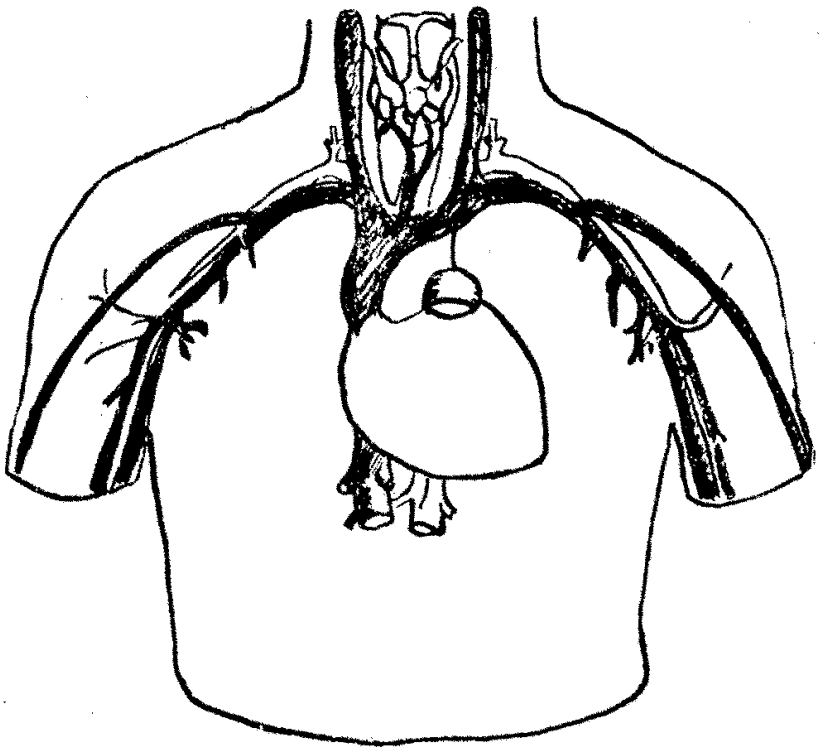
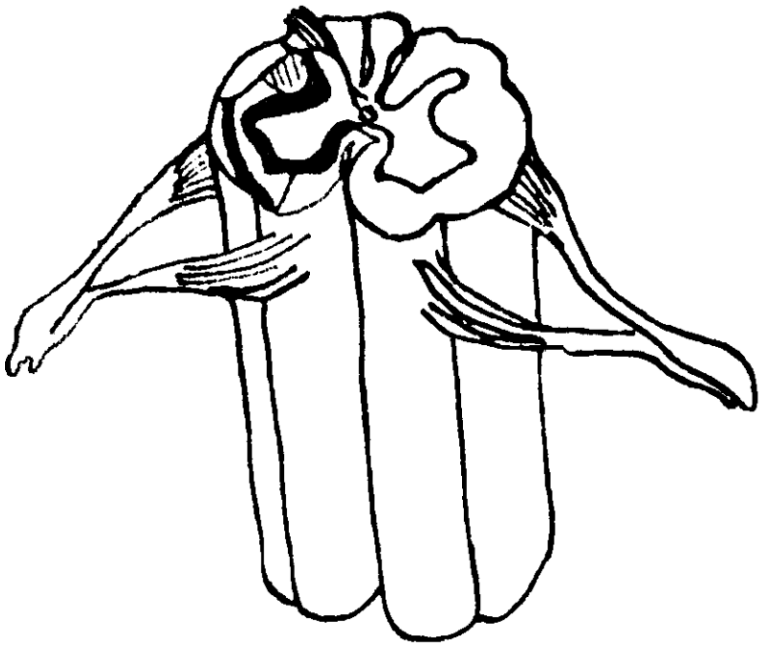


Схема верхней полой вены.

1. v. cava superior
2. v. subclavia dextra
3. v. cava inferior
4. cor
5. v. jugularis interna
6. v. brachiocephalica sinistra
7. v. brachiocephalica dextra
8. truncus pulmonalis
9. arcus aortae
10. aorta descendens

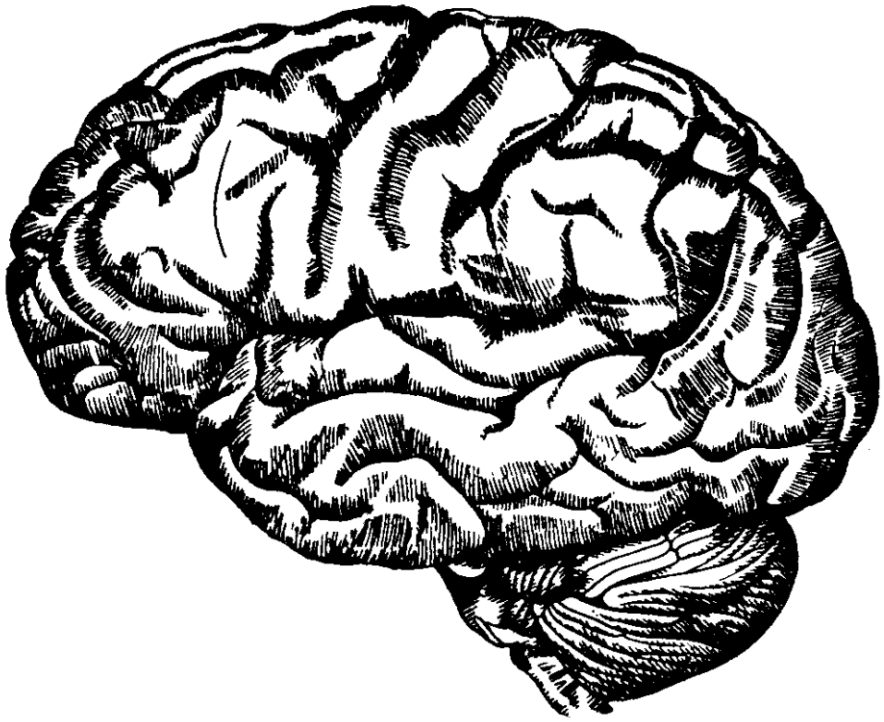
Карта № 25



Спинной мозг (medulla spinalis)

1. radix posterior (dorsalis)
2. ganglion spinalis
3. radix anterior (ventralis)
4. cornu posterius substantia grisea
5. cornu anterius substantia grisea
6. fissura mediana anterior
7. sulcus medianus posterior
8. substantia alba
9. substantia grisea
10. canalis centralis

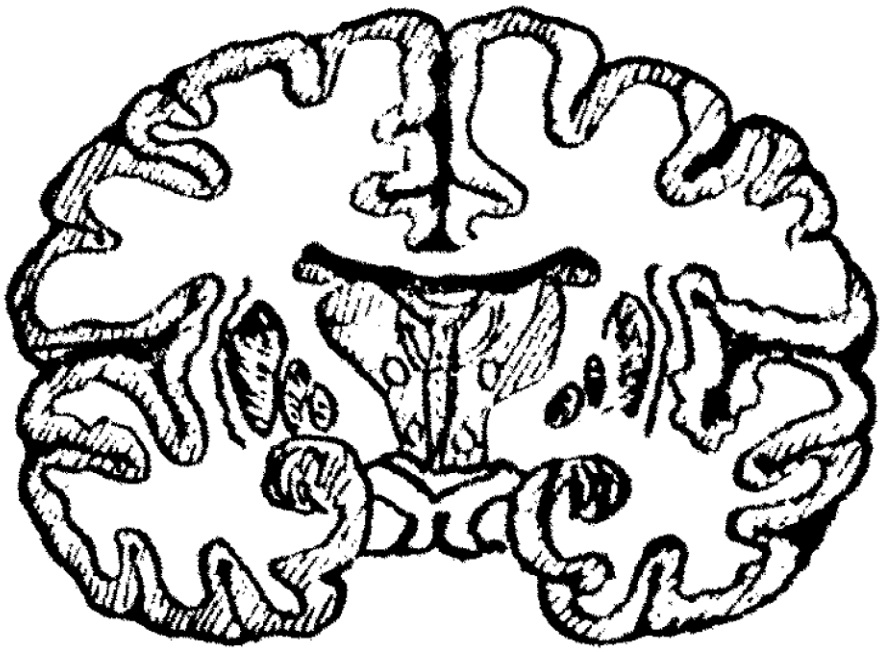
Карта № 26



Головной мозг (encephalon) – латеральная поверхность.

1. lobus frontalis
2. lobus temporalis
3. lobus parietalis
4. lobus occipitalis
5. sulcus centralis
6. sulcus precentralis
7. sulcus postcentralis
8. sulcus frontalis superior
9. sulcus frontalis inferior
10. sulcus temporalis superior
11. sulcus temporalis inferior
12. sulcus parieto-occipitalis
13. cerebellum
14. pons
15. medulla oblongata
16. sulcus Sylvii (lateralis)
17. gyrus precentralis
18. gyrus postcentralis

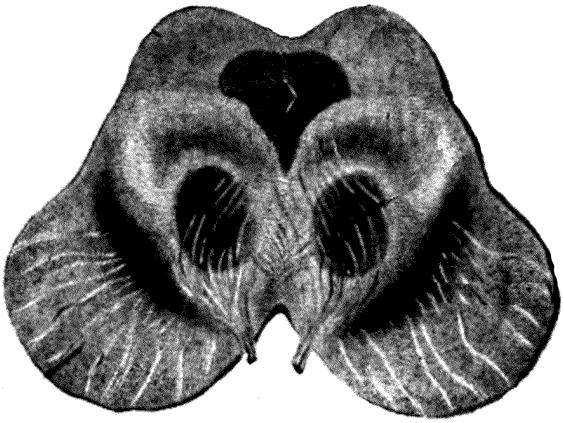
Карта № 27



Головной мозг – фронтальный разрез

1. cortex cerebri
2. claustrum
3. putamen
4. globus pallidus
5. nucleus candatus
6. thalamus
7. ventriculus tertius
8. chiasma opticum
9. corpus amygdaloideum
10. corpus callosum

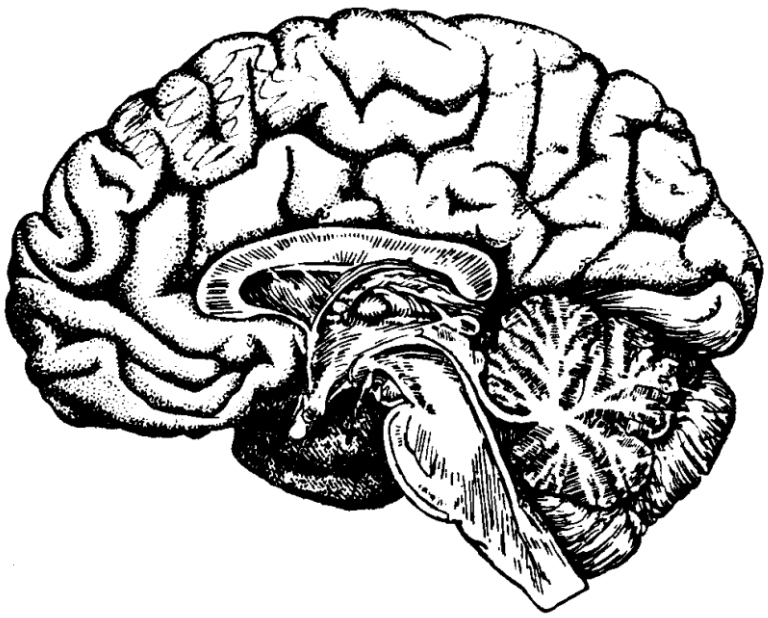
Карта № 28



Средний мозг (mesencephalon) – поперечный разрез.

1. agueductus cerebri (Sylvii)
2. tectum mesencephali
3. tegmentum
4. crus cerebri
5. substantia nigra
6. nucleus ruber
7. substantia grisea centralis
8. n. oculomotoris

Карта № 29



Головной мозг (encephalon) – сагиттальный разрез.

1. telencephalon
2. cerebellum
3. medulla oblongata
4. pons Varolii
5. mesencephalon
6. diencephalon
7. hypophysis
8. corpus callosum
9. lobus temporalis
10. fornix

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Основная

1. Сапин М.Р., Билич Г.Л. Анатомия человека. Учеб.для студ. высш. учеб. заведений. В 2-х кн. М: Изд. дом «Оникс 21 век»: изд-во «Мир и образование»,2003.
2. Сапин М.Р., Брыксина З.Г. Анатомия человека: Учебное пособие для студ. биол. фак.пед. ун-тов, ин-тов, пед. уч-щ, колледжей. М.: Просвещение: Владос, 1995. 464с.
3. Сапин М.Р., Билич Г.Л. Анатомия человека: Учеб. для студ. биол. спец. вузов. М.: Высш. шк., 1989. 544с.

Дополнительная

4. Курепина М.М., Воккен Г.Г. Анатомия человека: Атлас. М.: Просвещение, 1979. 126с.
5. Борисевич А.И. и др. Словарь терминов и понятий по анатомии человека. М.: Высшая школа, 1990.
6. Сапин М.Р., Билич Г.А. Руководство к практическим занятиям по анатомии человека: Учеб. Пособие для биол. спец. вузов. М.: Высш. шк., 1992. 223с.
7. Краев А.В. Анатомия человека. В 2 кн.. М.: Медицина, 1978.
8. Фениш Х.(при участии Даубера В.) Карманный атлас анатомии человека на основе Международной номенклатуры. Пер.с англ. С.Л.Кабака. Мн: Вышэйшая школа, 1996. 464с.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение…….. 4
Лабораторное занятие № 1. Остеология. осевой скелет……. 5
Лабораторное занятие № 2. Череп…… 9
Лабораторное занятие № 3. Кости верхней и нижней конечности.. 13
Лабораторное занятие № 4. Миология…… 17
Лабораторное занятие № 5. Пищеварительная система…… 22
Лабораторное занятие № 6. Дыхательная система…… 26
Лабораторное занятие № 7. Мочевые органы…… 29
Лабораторное занятие № 8. Кровеносная система……. 31
Лабораторное занятие № 9. Лимфатическая система. Органы кроветворения и иммунной системы.. 36
Лабораторное занятие № 10. Центральная нервная система……. 39
Лабораторное занятие № 11. Оболочки мозга. Периферическая нервная система. Вегетативная нервная система……. 45
Лабораторное занятие № 12. Органы чувств…….. 49
Лабораторное занятие № 13. Общий покров……. 53
Приложения…… 55
Рекомендуемая литература……... 84

ФАЗЛУТДИНОВА А.И., САФИУЛЛИНА Л.М.

САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ ПО ФИЗИОЛОГИИ РАСТЕНИЙ

Уфа 2019

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. М.АКМУЛЛЫ

Фазлутдинова А.И., Сафиуллина Л.М.

САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ ПО ФИЗИОЛОГИИ РАСТЕНИЙ

Уфа 2019

УДК 581.1 (075)
ББК 28.57 я73
Ф 16

Фазлутдинова, А.И.
Самостоятельная работа студентов по физиологии растений [Текст]: методическое пособие / А.И. Фазлутдинова, Л.М. Сафиуллина. - Уфа: Изд-во БГПУ, 2019. – 49с.

Пособие предназначено студентам для самостоятельного изучения дисциплины «Физиология растений» и призвано помочь им приобрести умения и навыки самостоятельной работы.

Рецензенты:

Дубовик И.Е., д.б.н., профессор
Башкирского государственного университета;
Абрамов С.Н., к.б.н, доцент
Башкирского государственного педагогического университета им. М.Акмуллы

© Издательство БГПУ, 2019

ПРЕДИСЛОВИЕ

Самостоятельная работа студентов является важным видом учебной деятельности. В современных условиях проблема организации самостоятельной работы студентов становится весьма актуальной, поскольку доля аудиторных занятий в общем объеме времени, отводимом для изучения дисциплин, уменьшается.

Методическое пособие состоит из нескольких модулей, каждый из которых включает в себя совокупность тем, соответствующих определенному разделу программы дисциплины. В конце каждого модуля приведены контрольные вопросы и задания, терминологический минимум, который должен освоить студент и ориентировочные тестовые задания. Методическое пособие содержит план самостоятельной работы студентов, темы контрольных работ по вариантам, список рекомендуемой литературы и примерный перечень экзаменационных вопросов.

Рекомендации по использованию данного учебного пособия.

1. Ознакомиться со структурой пособия.
2. Внимательно прочитать вводную часть, чтобы представить себе весь объем работы.
3. Ознакомиться со всеми модулями, отметить наиболее сложные для вас темы и обратить на них особое внимание.
4. Просмотреть список рекомендуемой литературы.
5. Во время самостоятельного изучения той или иной темы постарайтесь подготовить ответы на контрольные и экзаменационные вопросы и освоить терминологический минимум.
6. Проверить степень усвоения материала с помощью предложенных тестовых вопросов.
7. Познакомиться с темами контрольных работ и вопросами контрольных заданий. Чем раньше вы начнете работать над заданиями, тем полнее и глубже будет изучен материал.

Авторы полагают, что после ознакомления с методическим пособием и обсуждением затронутых проблем на лекциях и практических занятиях у студента сложится представление о закономерностях жизнедеятельности растений и молекулярных основах сложных функций и механизмов их регуляции в системе целого растения.

Рецензенты: И.Е. Дубовик, д. биол.н., проф. (БГУ)
С.Н. Абрамов, к. биол.н., доц. (БГПУ им. М.Акмуллы);

МОДУЛЬ I. СТРОЕНИЕ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ РАСТИТЕЛЬНОГО ОРГАНИЗМА

Специфические особенности клеток растений по сравнению с бактериями и клетками животных. Функциональная роль отдельных органоидов клеток. Специфическая роль в метаболизме органоидов, типичных для растений (пластиды, вакуоль, клеточная стенка). Симбиотическая теория происхождения пластид и митохондрий. Клетка как целостная система (представление о необходимом наборе синтетических процессов для поддержания жизни клетки, значение структурной организации клетки и цитоскелет, представление о компартментации метаболизма в клетке). Физиологическая роль мембран и проницаемость клеток для разных соединений.

Функциональные системы растительного организма: автотрофного (листья) и почвенного питания (корни), сосудистая проводящая система, опорная система (механические и другие ткани), двигательная система (зоны растяжения и участки с обратимо изменяющимся тургором клеток), выделительная и дыхательная системы (межклетники, аэренхима, устьица, чечевички). Особенности функциональных систем растительного организма.

Системы регуляции, управления и интеграции. Уровни регуляции метаболизма клетки (генетический, мембранный, трофический). Представление о гомеостазе. Развитие межклеточных систем регуляции (трофической, гормональной и электрофизиологической). Организменный уровень регуляции. Связь между доминирующими центрами. Иерархия систем регуляции высшего растения.

Контрольные вопросы

1. Как осуществляется обмен клетки веществом, энергией и информацией? **2.** Что является структурной основой растительной клетки? **3.** Перечислите общие особенности строения и общие свойства биологических мембран. **4.** В чем заключаются функциональные особенности внутренних мембран митохондрий и хлоропластов? **5.** Некоторые антибиотики нарушают функции мембран. Чем это можно объяснить? **6.** Укажите основные процессы, протекающие в каждом из органоидов клетки. **7.** Укажите основные, функциональные системы растительного организма. **8.** Какие регуляторные системы обеспечивают целостность растения? Перечислите их особенности. **9.** Каким образом регулируется уровень ферментативной деятельности в клетке? **10.** Можно ли использовать биоэлектрические явления для диагностики состояния растения? **11.** Объясните принцип организменного уровня регуляции. **12.** Каким образом доминирующие центры оказывают влияние на развитие тканей и органов растения?

Терминологический минимум

Тонопласт, функциональные системы, регуляция, интеграция, управление, внутриклеточная регуляция, межклеточная регуляция, спайк, организменная регуляция, домини-

рующие центры, физиологические поля, канализированные связи, осцилляции, регуляторные контуры.

Контрольное задание*

1. Перечислите особенности строения клеток растений и укажите функциональное значение всех клеточных органоидов.
2. Изобразите и поясните иерархию систем регуляции растительного организма.

Примечание: * все контрольные задания выполняются студентами в письменной форме в тетрадях для контрольных заданий.

Проверочный тест №1

1. Как Вы считаете, какие особенности отличают растительную клетку от животной
   а) наличие митохондрий;
   б) наличие клеточной стенки;
   в) наличие эндоплазматической сети.
2. Укажите основную функцию плазматической мембраны
   а) механическая;
   б) энергетическая;
   в) транспортная.
3. Какую функцию выполняет ядро в растительных клетках
   а) синтез белка;
   б) синтез ДНК;
   в) синтез АТР.
4. Укажите органоид клетки, который не имеет мембранного строения
   а) рибосомы;
   б) Аппарат Гольджи;
   в) митохондрии.
5. О каком органоиде идет речь: представляет собой систему каналов, пузырьков и цистерн
   а) Аппарат Гольджи;
   б) пероксисомы;
   в) эндоплазматическая сеть.
6. В мембранах какого органоида происходят фотосинтетические процессы
   а) хлоропласты;
   б) митохондрии;
   в) рибосомы.
7. Какую функцию не выполняет вакуолярная система в растительных клетках
   а) автофагия;
   б) энергетическая;
   в) запасающая.
8. Из каких веществ состоит растительная клеточная стенка
   а) крахмал;
   б) хитин;
   в) целлюлоза.
9. Про какой органоид говорят, что он «энергетическое депо» клетки
   а) рибосомы;
   б) митохондрии;

в) хлоропласты.

10. Какой орган растения участвует в воздушном питании
    а) корень;
    б) стебель;
    в) лист.
11. Какой орган растения участвует в почвенном питании
    а) корень;
    б) стебель;
    в) лист.
12. В растительном организме существует несколько функциональных систем. Как Вы думаете, какая функциональная система занимает центральное место в обмене веществ целого растения
    а) дыхание;
    б) транспорт веществ;
    в) движение.
13. Какая система регуляции возникла раньше всех
    а) организменный;
    б) межклеточная;
    в) внутриклеточная.
14. Внутриклеточная система регуляции осуществляется на уровне
    а) ферментов;
    б) гормонов;
    в) питательных веществ.
15. Межклеточная система регуляции осуществляется на уровне
    а) ферментов;
    б) гормонов;
    в) генов.
16. Что обеспечивает организменный уровень регуляции
    а) ионный гомеостаз клеток;
    б) взаимодействие всех частей растения;
    в) транспорт ассимилятов.
17. Градуальное увеличение или уменьшение вдоль оси растения осмотического давления, величины pH, концентрации различных веществ и т.д. это:
    а) свойство полярности;
    б) свойство физиологических полей;
    в) свойство осцилляций.

МОДУЛЬ II. ФИЗИОЛОГИЯ ВОДООБМЕНА РАСТЕНИЙ

Физические и химические свойства воды и ее значение в организации живой материи.

Поглощение воды клетками. Осмотические явления в клетках. Представление о водном потенциале клетки растения. Состояние воды в клетках, свободная и связанная вода.

Поглощение воды корнем. Корневое давление, плач, гуттация. Механизм создания корневого давления и активного транспорта воды.

Передвижение воды по стеблю. Присасывающее действие листьев. Нижний и верхний концевые двигатели водного тока, их величина, источники энергии.

Транспирация, ее значение для растения. Устьичная регуляция транспирации. Влияние внешних условий на транспирацию, ее суточные и сезонные изменения.

Водный режим растений разных экологических типов и разных жизненных форм. Ксероморфная структура. Влияние водного стресса на физиологические процессы у растений.

Контрольные вопросы

1. Перечислите термодинамические компоненты осмотической системы. **2.** В чем отличие механизмов поглощения воды набухающим семенем и проростком? **3.** Перенос растения, выращиваемого в водной культуре, в гипертонический раствор может вызывать временное завядание, затем тургесцентность восстанавливается. Как объяснить это явление? **4.** Каков наиболее вероятный путь передвижения воды из почвы в ксилему? **5.** Зависит ли поглощение воды корнями от транспирации? Поясните свой ответ. **6.** Объясните, почему вода поднимается к вершинам высоких деревьев. **7.** Растение теряет воду вследствие очень отрицательного водного потенциала атмосферы. Как бы вы объяснили это утверждение: чисто описательно, не биологу. **8.** Опишите механизм работы нижнего концевого двигателя. Какова физиологическая роль гуттации в жизни растения? **9.** Почему ветер усиливает транспирацию? **10.** Какие приспособления вырабатываются у растений в условиях водного дефицита?

Терминологический минимум

Осмос, диффузия, имбибиция, водный потенциал, осмотическое давление, тургорное давление, противодавление, сосущая сила, плазмолиз, циторриз, симпласт, апопласт, корневое давление, нижний концевой двигатель, пасока, «плач растений», гуттация, гидатоды, транспирация, верхний концевой двигатель.

Контрольное задание

1. Проследите путь молекулы воды от капли дождя, упавшей на почву, до водяного пара, поступающего в воздух через устьичный аппарат.

2. Покажите суточный ход транспирации и объясните, почему интенсивность транспирации меняется в течение дня?

Проверочный тест №2

1. Какую основную функцию выполняет вода в биологических объектах
   а) вода может находиться в трех агрегатных состояниях – газообразном, жидком и твердом;
   б) вода важнейший растворитель и важнейшая среда для биохимических реакций;
   в) вода является основным климатообразующим фактором.
2. Укажите, какая органелла клетки является местом наибольшей концентрации воды
   а) плазматическая мембрана;
   б) цитоплазма;
   в) вакуоль.
3. Как Вы считаете, какой из ниже перечисленных способов поступления воды в живые клетки, является основным
   а) диффузия;
   б) осмос;
   в) набухание биоколлоидов.
4. Кто, из представленных здесь ученых, сконструировал осмометр, который в дальнейшем был назван «искусственной клеткой»
   а) Г. Дютроше;
   б) В. Пфеффер;
   в) Я. Вант – Гофф.
5. Что такое осмос?
   а) это переход молекул растворителя по градиенту концентраций без затраты энергии через полупроницаемую мембрану;
   б) это переход молекул растворенного вещества против градиента концентраций с затратой энергии;
   в) это переход молекул растворенного вещества по градиенту концентраций без затраты энергии.
6. Укажите, какому термину соответствует следующее определение: «Химический потенциал чистой воды»
   а) химический потенциал;
   б) водный потенциал;
   в) осмотический потенциал.
7. Что такое тургорное давление?
   а) сила, с которой вода входит в клетку;
   б) давление, которое возникает в ходе осмотического поступления воды через полупроницаемую мембрану;
   в) давление, препятствующее разбуханию клеточной стенки, возникающее при ее эластичном растяжении.
8. Что такое плазмолиз?
   а) поступление воды в клетку приводящее к увеличению объема протопластов;
   б) отток воды из клеток приводящий к уменьшению объема протопластов и их отделению от клеточных стенок;
   в) отток воды из клеток приводящее к сокращению объема протопластов, но не сопровождающееся отделением от клеточных стенок.

9. Чем занято пространство между клеточной стенкой и сократившимся протопластом, если клетка плазмолизирована гипертоническим раствором
    а) вода клетки;
    б) воздух;
    в) наружный раствор.
10. Каким уравнением можно описать состояние клетки, когда она полностью насыщена водой (полный тургор)
    а) S = 0, P = T;
    б) T = 0, S = P;
    в) P = S + T.
11. Чему равны сосущая сила, тургорное и осмотическое давление клетки в условиях водного дефицита (потеря тургора)
    а) S = 0, P = T;
    б) T = 0, S = P;
    в) P = S + T.
12. Что произойдет с клеткой имеющей концентрацию клеточного сока 0,1 М, помещенной в 0,5 М раствор сахарозы
    а) плазмолиз;
    б) набухание клетки;
    в) изменений не будет.
13. Чему равно осмотическое давление клетки при $t = 20^0$ С, если известно, что изотонический для данной клетки раствор NaCl имеет концентрацию 4 М
    а) 1,73 атм;
    б) 17,3 атм;
    в) 173 атм.
14. Чему равно тургорное давление клетки, если известно, что сосущая сила клетки равна 10 атм, а осмотическое давление 16 атм.
    а) 26 атм;
    б) 16 атм;
    в) 6 атм.
15. Клетка находится в состоянии полного завядания, осмотическое давление клеточного сока равно 6 атм. Чему равна сосущая сила клетки
    а) S = О атм;
    б) S = 6 атм;
    в) S = 12 атм.
16. Растворы сахарозы и NaCl имеющие одинаковые концентрации (1 М) разделены полупроницаемой мембраной. В сторону какого раствора будет поступать вода
    а) в сторону сахарозы;
    б) в сторону NaCl;
    в) изменений не будет.
17. Какая зона корня участвует в процессе всасывания воды
    а) зона меристемы;
    б) корневой чехлик;
    в) зона корневых волосков.
18. Укажите, какому типу радиального транспорта воды по корню соответствует следующее определение: «передвижение воды через цитоплазму по плазмодесмам»
    а) вакуолярный путь;
    б) путь по симпласту;
    в) путь по апопласту.
19. Что такое транспирация?

а) выделение ксилемного сока (пасоки) у вегетирующих растений при удалении стебля с листьями из оставшегося связанного с корнем пенька;

б) появление на концах или зубчиках листьев капельно – жидкой влаги;

в) физиологический процесс испарения воды растений через устьица или кутикулу.

20. От каких внешних факторов зависит движение устьиц

а) влажность воздуха;

б) парциальное давление CO_2 в межклетниках;

в) концентрация O_2 в атмосфере.

21. Интенсивность транспирации – это:

а) количество граммов испаренной воды за 1 час на единицу площади или на 1 г сухой массы;

б) количество граммов сухих веществ, образуемых при расходовании каждых 1000 г воды;

в) число граммов воды, израсходованной при накоплении 1 г сухих веществ.

22. К какой экологической группе относятся растения, хорошо приспособленные к перенесению атмосферной и почвенной засухи

а) гидрофиты;

б) мезофиты;

в) ксерофиты.

23. Колебания интенсивности транспирации отражает изменение степени открытия устьиц в течение суток. Укажите, с чем может быть связанно закрывание устьиц в полдень.

а) снижение уровня CO_2;

б) повышение температуры воздуха;

в) высокая влажность.

МОДУЛЬ III. ФОТОСИНТЕЗ

Фотосинтез как процесс питания растений. Уникальность этого процесса. Значение фотосинтеза в круговороте углерода и кислорода на Земле, в жизни биосферы. Значение изучения механизма фотосинтеза для разработки методов солнечной энергетики в человеческом обществе. История открытия и изучения фотосинтеза. Значение работ К.А. Тимирязева в обосновании приложимости закона сохранения энергии к фотосинтезу. Роль в фотосинтезе различных участков спектра видимого света. Пигментный аппарат фотосинтеза. Химические и оптические свойства хлорофиллов, фикобилинов, каротиноидов. Хлоропласты, их ультраструктура (граны, ламеллы, тилакоиды, строма, рибосомы). Структурная организация и функционирование мембраны тилакоида.

Фотофизические процессы в фотосинтезе. Передача поглощенной энергии фотона между молекулами пигментов. Представление о фотосинтетической единице, светособирающем комплексе, реакционном центре и фотосистеме. Эффект Эмерсона и две фотосистемы. Фотохимические процессы фотосинтеза, Z-схема. Фотосинтетическое фосфорилирование, циклическое и нециклическое. Механизм фосфорилирования, теория П.Митчела.

Образование кислорода. Доказательство водного происхождения кислорода при фотосинтезе. Квантовый выход фотосинтеза.

Темновая фаза фотосинтеза. Доказательства участия в фотосинтезе темновых реакций. Длительность световой и темновой фаз. Локализация их в структурах хлоропласта. Цикл Кальвина (восстановительный пентозофосфатный цикл, C_3-путь). Этапы цикла Кальвина — карбоксилирование, восстановление, регенерация.

Оксигеназная функция РДФ-карбоксилазы / оксигеназы (Рубиско). Фотодыхание (гликолатный цикл) у C_3-растений. Цикл Хэтча-Слэка. Анатомическая структура листьев C_4-растений, особенности хлоропластов из клеток мезофилла и обкладки. САМ-путь фотосинтеза. Пути подачи CO_2 в цикл Кальвина у C_3-, C_4- и САМ-растений. Адаптационная роль C_3-, C_4- и САМ-путей фотосинтеза.

Влияние внешних условий на фотосинтез. Световая кривая фотосинтеза, точки компенсационная и светового насыщения. Различия световых кривых у светолюбивых и теневыносливых растений, у C_3- и C_4-растений. Влияние на фотосинтез концентрации CO_2. Углекислотный компенсационный пункт у C_3- и C_4-растений. Регуляция поступления CO_2 с помощью устьичного аппарата. Влияние температуры, водоснабжения и минерального питания на фотосинтез. Связь процессов фотосинтеза и дыхания. Фотосинтез и продуктивность растений и экосистем.

Контрольные вопросы

1. Солнечная радиация охватывает широкий диапазон длин волн, но растения используют лишь небольшую ее часть, от 400 до 750 нм. Чем это можно объяснить? **2.** В зонах с умеренным климатом концентрация CO_2 в атмосфере меняется на протяжении года циклическим образом: зимой она бывает примерно на 1,5 раза выше, чем летом. Объясните это явление. **3.** Укажите ваши соображения по поводу связи между строением хлоропласта и его фотосинтетической функцией. **4.** Почему основным пигментом при фотосинтезе считается хлорофилл, хотя лист содержит и ряд других пигментов, поглощающих свет? Какова физиологическая роль этих и других пигментов? **5.** Приведите доказательства существования двух фаз фотосинтеза. **6.** Какие соединения, образующиеся в световую фазу, используются при фиксации CO_2? **7.** Если зеленый лист освещать в отсутствии CO_2, то он будет флуоресцировать. Введение CO_2 вызовет тушение флуоресценции. Чем это объясняется? **8.** Каким образом электроны и протоны создают условия для образования АТР? **9.** У растений, растущих на почвах, бедных минеральными веществами, процесс фотосинтеза замедлен. Укажите вещества, недостаток которых вызывает такой эффект. **10.** Опишите реакции, в которых участвуют РДФ-карбоксилаза и ФЕП-карбоксилаза. **11.** Каким образом происходит фиксация CO_2 и что является конечным продуктом цикла Кальвина. Откуда берется энергия на осуществление этого цикла и на что эта энергия расходуется? **12.** При каких условиях РДФ-карбоксилаза может действовать как РДФ-оксигеназа? Каков результат этой реакции? **13.** Почему у C_4-растений отсутствует фотодыхание? **14.** Влияет ли свет на интенсивность фотодыхания? **15.** При фотодыхании образуются аминокислоты. Почему же в таком случае считают, что это неэффективный процесс? **16.** Какого рода опыты вы бы поставили для того, чтобы определить, принадлежит ли исследуемое растение к C_3- или C_4-типу? **17.** От каких параметров зависит продуктивность фотосинтеза?

Терминологический минимум

Хлоропласты, пигменты, хлорофилл, флуоресценция, каротиноиды, фикобилины, светособирающий комплекс, реакционный центр, фотосистема, электронтранспортная цепь, циклический транспорт электронов, нециклический транспорт электронов, фотолиз воды, фотофосфорилирование, фактор сопряжения, фотодыхание, квантовый выход, компенсационный пункт, фотосинтетическая продуктивность.

Контрольное задание

1. Проследите путь перемещения атома углерода из углекислого газа, от момента, когда газ проникает через устьичную щель в растение, и до момента, когда атом обнаруживается в крахмале.
2. Укажите сходство и различие между циклом Хетча-Слэка и САМ-тип метаболизмом. Представьте свой ответ в виде таблицы.
3. Перечислите факторы внешней среды, которые влияют на суточный ход фотосинтеза и объясните каким образом они оказывают свое воздействие на продуктивность фотосинтеза.

Проверочный тест №3

1. Работы какого учёного, легли в основу изучения процессов фотосинтеза

а) Ю. Сакс;
б) Дж. Пристли;
в) В. Пфеффер.

2. Какое количество света, падающего на Землю из космоса, усваивается автотрофными организмами
   а) 100%;
   б) 10%;
   в) 1%.
3. Укажите общее уравнение фотосинтеза
   а) $[C\ H_2O] + O_2 \longrightarrow CO_2 + H_2O$;
   б) $CO_2 + H_2O \longrightarrow [CH_2\ O] + O_2 + H_2O$;
   в) $H_2O \longrightarrow 2\ H^+ + 1\backslash 2\ O_2 + 2\ e^-$.
4. Какие условия являются необходимыми для протекания фотосинтеза
   а) наличие O_2;
   б) температура;
   в) наличие света.
5. В каких органеллах клетки проходит фотосинтез у растений
   а) в хлоропластах;
   б) в хромопластах;
   в) в митохондриях.
6. Где протекает световая фаза фотосинтеза
   а) в тилакоидах хлоропласта;
   б) в гранах хлоропласта;
   в) в строме хлоропласта.
7. Где протекает темновая фаза фотосинтеза
   а) в тилакоидах хлоропласта;
   б) в гранах хлоропласта;
   в) в строме хлоропласта.
8. Что образуется в световую фазу фотосинтеза
   а) O_2;
   б) $[CH_2O]$;
   в) CO_2.
9. Что образуется в темновую фазу фотосинтеза
   а) O_2;
   б) $[CH_2O]$;
   в) CO_2.
10. На каком этапе фотосинтеза образуются конечные продукты фотофосфорилирования – NADPH и ATP
    а) в световую фазу;
    б) в темновую фазу;
    в) постоянно.
11. Какое соединение образуется в ходе реакции Хилла (фотолиз H_2O)
    а) O_2;
    б) $[CH_2O]$;
    в) CO_2.
12. Пигменты являются важнейшим компонентом аппарата фотосинтеза. Укажите, какой пигмент непосредственно участвует в процессе фотосинтеза и входит в состав реакционных центров фотосистем I и II
    а) каротиноиды;
    б) хлорофиллы;

в) фикобилины.

13. Где именно, в хлоропластах, сосредоточены пигменты
    а) в оболочке хлоропласта;
    б) в строме хлоропласта;
    в) в гранах хлоропласта.
14. Какой фактор влияет на биосинтез хлорофиллов
    а) свет;
    б) температура;
    в) CO_2.
15. Какие лучи спектра поглощает хлорофилл
    а) красные;
    б) зеленые;
    в) желтые.
16. Если ветку элодеи поместить в сосуд с водой и осветить разными лучами спектра, одинаковой интенсивности, можно увидеть появление пузырьков O_2. Укажите, в каких случаях будет наблюдаться наиболее сильное выделение пузырьков
    а) при освещении красным светом;
    б) при освещении синим светом;
    в) при освещении зеленым светом.
17. Пигменты пластид относятся к трем классам веществ: хлорофиллам, фикобилинам и каротиноидам. Какую роль в ходе процесса фотосинтеза выполняют фикобилины и каротиноиды
    а) входят в состав реакционных центров фотосистем I и II;
    б) выполняют роль светособирающего комплекса;
    в) входят в состав фактора сопряжения и участвуют в переносе протонов.
18. Кто из ученых впервые предложил идею о существовании в хлоропластах двух фотосистем
    а) Р. Хилл;
    б) М.С. Цвет;
    в) Р. Эмерсон.
19. Какие компоненты электронтранспортной цепи в хлоропластах участвуют в нециклическом транспорте электронов
    а) антенный комплекс ФС II и комплекс цитохромов $b_6 – f$;
    б) антенный комплекс ФС I с ферредоксином;
    в) антенные комплексы ФС II и ФС I с цепями переносов электронов.
20. На синтез какого соединения, расходуется энергия света при циклическом фотофосфорилировании
    а) NADPH;
    б) $NADP^+$;
    в) АТР.
21. Парой каких электронов, заполняются участки с избыточным положительным зарядом («дырки») возбужденных молекул P_{700} при нециклическом фотофосфорилировании
    а) электронами высвобожденными из реакционного центра ФС II (P_{680});
    б) электронами образованными в ходе фотолиза воды;
    в) собственной парой электронов.
22. Какой тип фотосинтеза характерен для растений произрастающих в условиях резко засушливого климата
    а) C_3 – путь;
    б) САМ – метаболизм;

в) C_4 – путь.

23. Какое соединение служит первичным акцептором CO_2 у растений для которых характерен C_3 – путь фотосинтеза
    а) оксалоацетат;
    б) 3 – фосфоглицериновая кислота;
    в) рибулозо – 1,5 – дифосфат.
24. Какое соединение является первичным акцептором CO_2 у растений, для которых характерен C_4 – путь фотосинтеза
    а) фосфоенолпируват;
    б) малат;
    в) пируват.
25. Чем можно объяснить работу цикла Хетча-Слэка (C_4 – путь) при закрытых устьицах
    а) фотосинтез идет только в ночное время суток;
    б) на ход фотосинтеза не оказывает влияние движение устьиц;
    в) фотосинтез происходит в хлоропластах паренхимных клеток и в клетках проводящих пучков.
26. Выберите верное утверждение:
    а) реакции САМ – метаболизма имеют много общего с C_3 – путем фотосинтеза;
    б) при САМ – метаболизме образование малата осуществляется в клетках паренхимы, а реакция образования пирувата – в клетках обкладки;
    в) САМ – метаболизм ограничен во времени; малат образуется ночью, а пируват – днем.
27. В растительных клетках содержащих хлоропласты происходит процесс высвобождения CO_2 и поглощения O_2, который активируется светом, укажите название этого процесса.
    а) C_3 – путь фотосинтеза;
    б) C_4 – путь фотосинтеза;
    в) фотодыхание.
28. Какие внешние факторы снижают интенсивность фотосинтеза
    а) высокие концентрации O_2;
    б) высокие концентрации CO_2;
    в) небольшой водный дефицит.
29. Суточный ход фотосинтеза характеризуется снижением и усилением интенсивности. В каком интервале времени будет наблюдаться спад интенсивности процесса
    а) 9 – 12 часов;
    б) 13 – 15 часов;
    в) 16 – 17 часов.
30. В чем выражается космическая роль фотосинтеза
    а) снижение концентрации CO_2 в атмосфере;
    б) усиление парникового эффекта;
    в) накопление органической массы.

МОДУЛЬ IV. ДЫХАНИЕ

Необходимость затрат энергии для поддержания жизни. Внешнее и тканевое дыхание. Роль АТФ в энергетическом обмене. Процессы окисления в энергетическом обмене. Уравнение дыхания. Активация водорода в окислительном процессе. Вклад работ А.Н.Баха и В.И.Палладина в развитие теории химизма дыхания. Анаэробный и аэробный типы энергетического обмена, брожение и дыхание. Генетическая связь брожения и дыхания, работы С.П.Костычева. Анаэробная и аэробная фазы дыхания. Гликолиз, цикл Кребса, цепь переноса электронов. Окислительное фосфорилирование. Количество АТФ, образующейся в анаэробной и аэробной фазах дыхания. Механизм мембранного фосфорилирования. Теория П.Митчела. Сходство мембранного фосфорилирования в хлоропластах и митохондриях. Пентозофосфатный путь дыхания. Глиоксилатный цикл. Локализация процессов дыхания в клетке. Митохондрии, их структура и функции.

Дыхательный коэффициент. Связь между дыханием и продуктивностью растений. Регуляция дыхательного процесса.

Влияние экологических факторов на интенсивность дыхания. Дыхание при неблагоприятных условиях.

Контрольные вопросы

1.Какова биологическая роль дыхания. **2.** В чем сходство и различие процессов дыхания и фотосинтеза. **3.** Охарактеризуйте основные моменты теории химизма дыхания. **4.** Рассмотрите взаимосвязь дыхания и брожения. **5.** Укажите основные функции ферментов, участвующих в окислительно-восстановительных процессах. **6.** Укажите, как связаны между собой ультраструктура и функция митохондрий. **7.** Опишите судьбу атомов углерода, кислорода и водорода при распаде ПВК в процессе дыхания. **8.** Почему аэробное дыхание эффективнее анаэробного? **9.** Рассмотрите дополнительные способы окисления дыхательных субстратов. **10.** Через какое соединение осуществляется взаимодействие пентозофосфатного пути с циклом Кребса? **11.** Кратко охарактеризуйте функции цепи переноса электронов. **12.** Раскройте смысл теории хемиосмотического сопряжения. **13.** Какова роль фосфора в процессе дыхания? **14.** Какие реакции требуются для того, чтобы получить из молекулы глюкозы следующие соединения: фруктозу, сахарозу, глиоксиловую кислоту, крахмал, этиловый спирт? **15.** Охарактеризуйте дыхательный процесс как центральный механизм, связывающий между собой различные группы соединений – углеводы, органические кислоты, жиры и белки. **16.** Каким образом осуществляется регуляция дыхательных процессов? **17.** Растительные масла в наибольшем количестве присутствуют в семенах чаще всего в зародыше. В чем преимущества такого их местонахождения с точки зрения энергетических нужд растения? **18.** Рассмотрите возможные связи между низкой скоростью дыхания и действием экологических факторов.

Терминологический минимум

Дыхание, гликолиз, цикл Кребса, брожение, аэробное дыхание, анаэробное дыхание, глиоксилатный цикл, пентозофосфатный путь, окислительное фосфорилирование, цитохром, АТР-синтетаза, дыхательный коэффициент.

Контрольное задание

1. Опишите процесс анаэробного распада молекулы глюкозы до ПВК.
2. Проследите путь превращения ПВК в CO_2 и H_2O в цикле Кребса
3. Укажите сходство и различие между аэробным и анаэробным дыханием. Ответ представьте в виде таблицы.
4. Изобразите и поясните схему пентозофосфатного пути.
5. Укажите, на каком этапе глиоксилатного цикла образуется NADH.

Проверочный тест №4

1. Кем были заложены основы учения о роли кислорода в процессе дыхания
   а) Дж. Пристли;
   б) А.Л. Лавуазье;
   в) А.Н. Бах.
2. На основании своих опытов В.И. Палладин разделил основное уравнение дыхания на две части – аэробную и анаэробную. Укажите, какое из ниже приведенных уравнений соответствует анаэробной части.
   а) $C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \longrightarrow 6CO_2 + 6H_2O$;
   б) $C_6H_{12}O_6 + 6H_2O + 12R \longrightarrow 6CO_2 + 12RH_2$;
   в) $12RH_2 + 6O_2 \longrightarrow 12R + 12\ H_2O$.
3. Кто из ученых обосновал теорию о генетической связи дыхания и брожения, которые связаны между собой через пировиноградную кислоту
   а) С.П. Костычев;
   б) Б. Пфеффер;
   в) Э.Ф. Пфлюгер.
4. Укажите фермент, который участвует в окислении органических веществ в ходе дыхания, сопряженный с отнятием водорода.
   а) каталаза;
   б) инвертаза;
   в) дегидрогеназа.
5. О каком этапе аэробного дыхания идет речь: «процесс анаэробного распада 1 молекулы глюкозы с высвобождением энергии, конечным продуктом которого является пировиноградная кислота»
   а) гидролиз;
   б) цикл Кребса;
   в) глиоксилатный цикл.
6. Сколько всего молекул АТФ образуется в процессе гликолиза
   а) 2;
   б) 6;
   в) 8.
7. В анаэробных условиях пировиноградная кислота подвергается дальнейшим превращениям в ходе процесса брожения. Укажите конечный продукт этого процесса
   а) CO_2;
   б) C_2H_5OH;

в) H_2O.

8. Какое соединение является переносчиком электронов и протонов в процессе гликолиза
   а) NAD и NADH;
   б) пировиноградная кислота;
   в) АТР.
9. Как называется цикл клеточного дыхания, в котором происходит последовательное окисление ди- и трикарбоновых кислот до CO_2
   а) глиоксилатный цикл;
   б) пентозофосфатный путь;
   в) цикл Кребса.
10. В каком органоиде клетки проходит цикл Кребса
   а) в цитоплазме;
   б) в митохондриях;
   в) в хлоропластах.
11. Что происходит на первом этапе цикла Кребса
   а) образование лимонной кислоты;
   б) расщепление пировиноградной кислоты до ацетил – СоА;
   в) образование яблочной кислоты.
12. Каков энергетический выход цикла Кребса
   а) 14 молекул АТР;
   б) 15 молекул АТР;
   в) 30 молекул АТР.
13. Подсчитайте, сколько энергии накапливается в виде АТР при окислении 1 молекулы глюкозы в процессе клеточного дыхания, если известно, что энергия третьей сложноэфирной фосфатной связи АТР ровняется 41,87 кДж/ моль
   а) 1591 кДж/моль;
   б) 1256 кДж/моль;
   в) 335 кДж/моль.
14. Дайте название циклу, про который можно сказать, что он впервые был обнаружен у бактерий и плесневых грибов Г.Л. Корнбергом и Г.А. Кребсом, активно функционирует в прорастающих семенах масличных растений и в других растительных объектах, где запасные жиры превращаются в сахара. Первичным продуктом данного цикла является лимонная кислота, которая образуется из щавелевоуксусной кислоты и ацетил – СоА
   а) цикл Кребса;
   б) глиоксилатный цикл;
   в) пентозофосфатный путь.
15. В клетках растений наряду с гликолизом и циклом Кребса существует и другой важный способ катаболизма гексоз – пентозофосфатный путь. Основное назначение этого пути состоит в участии в пластическом обмене клеток. Укажите, сколько молекул NADPH и NADH образуется в ходе этого процесса
   а) 6;
   б) 12;
   в) 36.
16. Какие дыхательные процессы протекают только в отсутствии O_2
   а) глиоксилатный цикл;
   б) гликолиз;
   в) пентозофосфатный путь.
17. В каких дыхательных процессах не синтезируется АТР

а) цикл Кребса;
б) гликолиз;
в) пентозофосфатный путь.

18. Какой из ниже перечисленных факторов является ограничивающим в дыхательных циклах
    а) температура;
    б) количество дыхательного субстрата;
    в) наличие O_2.
19. Отношение количества молей выделяемого при дыхании CO_2 к количеству молей поглощенного O_2 называется дыхательным коэффициентом. В каком случае дыхательный коэффициент будет больше 1
    а) при окислении органических кислот;
    б) при окислении жирных кислот;
    в) при окислении сахаров.
20. Избыток, какого фактора, может снизить интенсивность дыхания
    а) минеральные вещества;
    б) CO_2;
    в) влажность.
21. На каком этапе вегетационного периода растений повышается интенсивность дыхания
    а) растущий лист;
    б) зрелый лист;
    в) желтеющий лист.

МОДУЛЬ V. ФИЗИОЛОГИЯ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ

История учения о минеральном питании растений. Элементарный состав растения. Зольные элементы. Необходимые растению макро- и микроэлементы.

Поглощение ионов растительной клеткой. Ионный гомеостаз. Антагонизм ионов. Пассивный и активный транспорт ионов через мембрану клетки. Роль Na^+, K^+-АТФазы и H^+-АТФазы. Сопряженный транспорт различных ионов через мембрану.

Механизмы поглощения минеральных элементов корневой системой. Независимость поглощения ионов от поглощения воды. Соотношение активного и пассивного транспортов при поглощении катионов и анионов.

Корень как орган поглощения минеральных ионов и воды. Особенности роста корней. Роль разных тканей корня в поглощении минеральных ионов и их транспорте по растению. Влияние фотосинтеза и дыхания на поглотительную деятельность корней.

Азотный обмен растений. Пути ассимиляции аммиака и нитратов в растении. Роль глутаминовой кислоты и глутамина в биосинтезе аминокислот. Ассимиляция фосфора, серы, калия и других элементов минерального питания. Питание растений с помощью симбиотических организмов. Физиологические основы применения удобрений.

Синтетическая функция корневой системы растения. Особенности синтеза аминокислот, амидов, фитогормонов и алкалоидов. Экология минерального питания.

Контрольные вопросы

1. Некоторые питательные вещества считаются основными, так как они представляют собой составную часть главных органических молекул в растении. Приведите примеры важных органических молекул, в состав которых входят: а) азот, б) фосфор, в) сера. Какую функцию выполняют остальные основные элементы, которые не входят в структуру органических молекул? **2.** Проследите биохимические, метаболические пути молекул азота в растении, начиная с атмосферы и заканчивая их появлением в той или иной аминокислоте. **3.** В чем заключается структурообразовательная роль Ca и Mg в клетке? **4.** Растения пшеницы, выращиваемые в среде с дефицитом кремния, становятся высокочувствительными к поражению грибами. Можете ли вы из этого заключить, что кремния является основным элементом для пшеницы? Объясните свой ответ. **5.** Недостаток железа в почве вызывает хлороз ткани между жилками молодых листьев, тогда как недостаток азота обуславливает общее пожелтение старых листьев. Почему недостаток железа и азота влияет на ткани разного возраста? **6.** На листьях, какого яруса, в первую очередь обнаруживаются симптомы недостатка фосфора и калия? **7.** С какими физиологическими процессами наиболее тесно связана поглотительная деятельность корневой системы? **8.** Какие процессы обуславливают активное поглощение ионов? Назовите критерии, по которым активное поглощение отличается от пассивного. **9.** В чем

сущность апопластического и симпластического транспорта веществ в растении? **10.** Перечислите способы, с помощью которых можно определить степень обеспеченности данного растения основными минеральными элементами. **11.** Какие функциональные расстройства наблюдаются при избыточном и несбалансированном питании растений?

Терминологический минимум

Органогены, аммонификация, нитрификация, азотфиксация, аминирование, амидирование, обменная адсорбция, кажущееся свободное пространство, контактный обмен.

Контрольное задание

1. Укажите физиологическую и биохимическую роль микро- (Mn, Mo, Co, Cu, Zn, B) и макроэлементов (P, S, K, Ca, Mg, Fe, Si, Al) в жизни растений. Отметьте, в каких процессах данные минеральные вещества принимают участие, и к каким последствиям может привести их избыток и (или) недостаток. Ответ лучше дать в виде таблицы.

Проверочный тест №5

1. Кто впервые сформулировал теорию минерального питания
   а) Я.Б. ван Гельмонт;
   б) А. Тэер;
   в) Ю. Либих.
2. Укажите элемент, который относится к органогенам и является необходимым для нормального жизненного цикла растительного организма.
   а) C;
   б) Zn;
   в) P.
3. Какой элемент, среди других зольных элементов, растения поглощают больше всего
   а) P;
   б) K;
   в) S.
4. Какая группа элементов присутствует в концентрациях 0,001% и ниже от сухой массы тканей
   а) органогены;
   б) макроэлементы;
   в) микроэлементы.
5. Какие части растений наиболее богаты минеральными элементами
   а) корень;
   б) лист;
   в) стебель.
6. Как растения усваивают атмосферный азот
   а) благодаря перестройке внутренних биохимических процессов;
   б) благодаря симбиотической ассоциации с азотофиксирующими бактериями;
   в) благодаря симбиозу с другими растениями.
7. Укажите основной природный источник поступления фосфора в почву
   а) атмосферные осадки;
   б) выветривание почвообразующей породы;
   в) выделение корнями растений органических кислот.
8. Что такое сидерация?

а) обработка почвы высокоэффективным штаммом расы клубеньковых бактерий;
б) внесение в почву минеральных удобрений;
в) запахивание в почву зеленых растений, обычно бобовых.

9. С помощью какого механизма происходит поглощение ионов растительной клеткой
а) контактный обмен;
б) обменная адсорбция;
в) обменная десорбция.
10. Укажите главный фактор, определяющий доступность минеральных элементов почвы для растений.
а) кислотность почвенного раствора;
б) степень аэрированности в зоне корней;
в) возраст растений.
11. Как быстро установить недостаток того или иного элемента в растениях
а) по составу ксилемного сока;
б) по количеству накопленной биомассы;
в) методом листовой диагностики.
12. Какой фактор оказывает наибольшее влияние на интенсивность роста корней
а) содержание воды в почве;
б) концентрация минеральных соединений в почве;
в) температура окружающей среды.
13. Из группы представленных ниже удобрений укажите азотное
а) суперфосфат;
б) селитра;
в) «нитрагин».
14. Что такое бактериальное удобрение?
а) удобрение, в составе которого содержатся два или три питательных элемента;
б) органическое местное удобрение, например, торф, навоз или зола;
в) удобрение, применяемое для поддержания биологической активности почв.
15. Поглощение минеральных веществ в течение онтогенеза определяется биологическими особенностями растений. Укажите, в какую фазу вегетации у многих растений происходит усиленное усвоение минеральных веществ
а) в период развития проростков;
б) в период цветения и образования семян;
в) в конце вегетации.

МОДУЛЬ VI. ДАЛЬНИЙ ТРАНСПОРТ ВЕЩЕСТВ

Передвижение веществ по растению. Ближний и дальний транспорт веществ. Восходящий и нисходящий токи. Ксилема. Флоэма.

Состав ксилемного сока. Загрузка и разгрузка ксилемы. Регуляция ксилемного транспорта.

Основные элементы флоэмы. Загрузка флоэмы. Транспорт веществ по ситовидным трубкам. Теория перетекания растворов К.Мюнха. Разгрузка флоэмы. Регуляция флоэмного транспорта. Активация флоэмного транспорта.

Контрольные вопросы

1. Проследите путь иона калия по мере его продвижения из почвы к листу. Какие силы вовлечены в это движение? **2.** Вещества могут поступать в клетку различными путями. Каков механизм и каковы движущие силы: а) пассивного поступления положительно заряженного иона; б) активного поступления отрицательно заряженного иона? **3.** Из каких структурных элементов состоит флоэма и как эти элементы взаимодействуют между собой? **4.** Какой состав имеют флоэмный эксудат и ксилемный сок и какова их скорость передвижения по транспортной системе растения? **5.** Чем определяется направление транспорта органических и неорганических веществ по флоэме и ксилеме? **6.** Какое влияние оказывают фитогормоны на функционирование транспортной системы растения? **7.** В чем заключается основная концепция гипотезы К.Мюнха, объясняющей механизм флоэмного транспорта органических веществ в растениях? **8.** Как осуществляется перенос метаболитов от фотосинтезирующих клеток к сосудам флоэмы и от ситовидных трубок флоэмы к клеткам акцепторной зоны? **9.** Рост плода, например, яблока, зависит преимущественно от поступающих к нему продуктов фотосинтеза. Как можно увеличить размеры отдельного незрелого яблока по сравнению с остальными плодами на этом дереве? **10.** Какие факторы влияют на интенсивность передвижения органических и неорганических веществ в растениях?

Терминологический минимум

Ближний транспорт веществ, дальний транспорт веществ, нисходящий ток, восходящий ток, ксилема, флоэма, ксилемный сок, эксудат, ситовидные трубки, клетки-спутники.

Контрольное задание

1. Перечислите отличительные признаки транспорта неорганических веществ от транспорта органических веществ в растении. Укажите их сходство.

Проверочный тест №6

1. Какому типу транспорта веществ соответствует следующее определение: «Передвижение ионов, метаболитов и воды между органами в целом растении»
   а) ближний транспорт;

б) дальний транспорт;
в) радиальный транспорт.

2. Ксилемный сок в основном состоит из неорганических веществ. Укажите вещество, которое содержится в нем в наибольшем количестве
   а) калий;
   б) натрий;
   в) кальций.
3. Ксилема представляет собой совокупность различных гистологических элементов. Какой из ниже перечисленных элементов относится к ксилеме
   а) трахеиды;
   б) ситовидные трубки;
   в) клетки-спутники.
4. Загрузка и разгрузка ксилемы определяется некоторыми факторами. Укажите фактор, не оказывающий влияние на эти процессы
   а) гидростатическое давление в сосудах;
   б) аттрагирующее действие окружающих клеток;
   в) величина pH ксилемного сока.
5. Активность ксилемного транспорта непосредственно связана с энергетикой дыхания корневой системы. Какой экологический фактор может снизить эту активность
   а) повышение концентрации CO_2;
   б) повышение концентрации O_2;
   в) понижение температуры.
6. Флоэма, также как и ксилема состоит из нескольких типов клеток. Какой тип клеток входит в состав флоэмы
   а) трахеиды;
   б) сосуды;
   в) клетки-спутники.
7. Какую основную функцию выполняет выбранный Вами выше (в 6 вопросе) гистологический элемент во флоэме
   а) передаточную;
   б) запасающую;
   в) энергетическую.
8. Основной транспортной формой флоэмного эскудата (сока) служит сахароза. Однако в его состав наряду с такими органическими веществами, как витамины, фитогормоны, аминокислоты, входят и неорганические соли. Укажите, какой ион преобладает в эскудате
   а) калий;
   б) натрий;
   в) кальций.
9. Движущей силой передвижения флоэмной жидкости из одной клетки в другую является
   а) транспирация;
   б) гидростатическое давление в клетках флоэмы;
   в) аттрагирующее действие окружающих клеток.
10. Предполагается, что регуляция флоэмного транспорта может быть обусловлена транспортом ионов K^+, который активируется каким-то конкретным фитогормоном назовите его
    а) цитокинин;
    б) абсцизин;
    в) ауксин.

11. Транспорт ассимилятов по флоэме происходит за счет затраты энергии АТР. Какой физиологический процесс в этом задействован
    а) дыхание;
    б) фотосинтез;
    в) транспирация.

МОДУЛЬ VII. ФИЗИОЛОГИЯ РОСТА И РАЗВИТИЯ РАСТЕНИЙ

Определение понятий «рост» и «развитие». Клеточные основы роста. Сигмоидная кривая роста, ее биологическая универсальность. Своеобразие роста растений, отличающее их от животных. Фазы деления, растяжения и дифференцировки клетки. Фаза растяжения — специфическая особенность клеток растений. Соотношение деления и растяжения клеток при росте разных органов растений в связи с их функциями. Регуляция клеточных делений у многоклеточных организмов.

Развитие растений. Деление онтогенеза на этапы. Регуляция перехода растений в генеративное состояние. Явление яровизации. Адаптивная роль яровизации. Явление фотопериодизма. Группы растений с различной фотопериодической реакцией, ее адаптивное значение. Детерминация пола. Старение растений. Теория Н.П.Кренке о циклическом старении и омоложении растений.

Морфогенез растений. Роль меристем при разного рода повреждениях, регенерации тканей и органов. Способы регенерации у растений. Периодичность роста. Состояние покоя у растений. Виды покоя: вынужденный и физиологический (глубокий). Условия выхода из состояния покоя. Адаптивная роль покоя, его значение для морозо-, жаро- и засухоустойчивости растений.

Фитогормоны. История формирования представлений о наличии фитогормональной регуляции в растениях. История открытия фитогормонов, их химическая природа, физиологическое действие и практическое применение. Особенности фитогормональной регуляции роста и морфогенеза разных органов растения и разных процессов роста и развития. Передвижение фитогормонов по растению.

Механизм действия фитогормонов. Специфика действия отдельных фитогормонов. Общие особенности регуляторного действия фитогормонов, сравнение их с другими веществами, участвующими в регуляции роста, развития и метаболизма растения (витамины, ингибиторы роста и другие). Практическое использование фитогормонов в растениеводстве. Синтетические регуляторы роста.

Движения растений. Тропизмы, нутации и настии их физиологические механизмы и адаптивная роль. Ростовые движения и тургорные обратимые движения. Эволюция способов движения.

Влияние факторов внешней среды на рост и развитие растений.

Контрольные вопросы

1. Охарактеризуйте сравнительное значение для роста проростка двух процессов – клеточного деления и растяжения клеток. **2.** Что такое дифференциация? Какого рода

влияния могли бы вызвать появление различий в клетках с одинаковым генотипом? **3.** Наиболее быстро удлиняющаяся часть корня расположена в нескольких миллиметрах от его кончика, тогда как зона максимальной интенсивности клеточного деления лежит гораздо ближе к кончику. Как это объяснить? **4.** Приведите основные положения теории циклического старения и омоложения растений. **5.** Приведите примеры способов регенерации у растений. Какое преимущество это дает растениям. **6.** Объясните, почему клеточная стенка играет такую важную роль в процессе роста клетки. Что происходит с клеточной стенкой в период роста и какое влияние на нее оказывает ауксин? **7.** Объясните, почему корни растений растут вниз, а стебли вверх. **8.** Обсудите роль увеличения размеров клеток в росте растения. Каким образом водный режим влияет на этот процесс? **9.** Если с отрезков калеоптиля удалить эпидермис и поместить их в водный раствор при pH 5, то они удлиняются так же, как будто, в растворе присутствует ауксин. **10.** Какое значение в регуляции роста и развития растений имеют гиббереллины? **11.** Почему карликовые фенотипы реагируют на гиббереллин, а высокорослые – нет? **12.** Перечислите функции цитокининов в растении. В каком органе растения они содержаться в высокой концентрации? **13.** Как различить между собой ауксин, цитокинин и гиббереллин, используя для этого биотесты? **14.** Каким образом этилен влияет на рост и развитие растений? **15.** Объясните, каким образом в закрытой бочке, наполненной яблоками, гниение одного яблока вызывает созревание всех остальных. **16.** Какова физиологическая роль абсцизовой кислоты в развитии растений? **17.** Содержание абсцизовой кислоты в некоторых листьях быстро возрастает после их обезвоживания. Почему это происходит? **18.** Для чего используются синтетические регуляторы роста. **19.** Фотопериод для различных растений варьирует в зависимости от широты местности, где они растут. В чем состоит экологическое значение этого факта? **20.** Чем различается зависимость инициации цветения от низких температур и от длины дня? **21.** Чем отличаются друг от друга тропизмы и настии? **22.** Как участвует ауксин в тропизмах? **23.** Одни типы движения у растений связаны со стойкими изменениями размеров и формы клетки, а другие – с полностью обратимыми изменениями. Приведите примеры этих типов движения. **24.** Какое адаптивное значение может иметь быстрое движение у мимозы стыдливой? **25.** Опишите схему эволюции всех форм движения у растений.

Терминологический минимум

Онтогенез, рост, развитие, дифференцировка, тотипотентность, инициация цветений, детерминация пола, индукция, эвокация, яровизация, фотопериодизм, морфогенез, вынужденный покой, физиологический покой, регенерация, фитогормоны, ауксин, цитокинин, гиббереллин, этилен, абсцизины, нутации, тропизмы, настии, таксисы.

Контрольное задание

1. Охарактеризуйте основные этапы онтогенеза высших растений.
2. Приведите примеры ростовых движений.
3. Приведите примеры быстрых и медленных тургорных движений.

Проверочный тест №7

1. Что такое онтогенез?
   а) необратимое увеличение размеров и массы клетки, органа или всего организма, связанное с новообразованием элементов их структур;

б) индивидуальное развитие организма от зиготы (или вегетативного зачатка) до старения и смерти;

в) качественные изменения в структуре и функциональной активности растения и его частей (органов, тканей и клеток).

2. С каким гормоном связан переход семян в состояние покоя
   а) абсцизовая кислота;
   б) ауксин;
   в) цитокинин.
3. Какой этап онтогенеза характеризуется началом прорастания семян или органов вегетативного размножения и характеризуется быстрым накоплением вегетативной массы
   а) эмбриональный;
   б) ювенильный;
   в) старости и отмирания.
4. Какой гормон способен замедлить старение растений
   а) абсцизовая кислота;
   б) этилен;
   в) цитокинин.
5. Укажите, с каким фактором, связано явление этиоляции
   а) отсутствие света;
   б) отсутствие хлорофилла;
   в) отсутствие минерального питания.
6. Укажите факторы являющиеся причиной вынужденного покоя почек и побегов
   а) климатические условия;
   б) морфологическая недоразвитость эндосперма;
   в) физиологическое состояние зародыша.
7. С помощью какого приема можно искусственно вывести почки из состояния покоя
   а) высокая температура;
   б) поранение;
   в) затенение.
8. На Ваш взгляд, что является главным эндогенным фактором, влияющим на рост, морфогенез, регенерацию и развитие растений
   а) температура;
   б) механическое воздействие;
   в) фитогормоны.
9. О каком типе ростового движения идет речь: «обратимые движения (изгибы) органов с дорсивентральным строением в ответ на изменение диффузно действующих факторов внешней среды (например, открывание и закрывание цветков при смене дня и ночи)
   а) настии;
   б) тропизмы;
   в) таксисы.
10. Какой из предложенных вариантов определений соответствует явлению нутации
   а) перемещение всего организма в пространстве под влиянием односторонне действующих факторов (раздражителей);
   б) круговые или колебательные движения органов растений, в ряде случаев имеющие эндогенный (автономный) характер;
   в) ростовые движения растений, обусловленные изгибанием или искривлением органов в ответ на фактор среды, действующие односторонне.
11. Какое явление относится к категории тропизма

а) рост пыльцевой трубки по направлению к зародышевому мешку;
б) закрывание соцветий одуванчика в пасмурную погоду;
в) вьющийся стебель хмеля.

МОДУЛЬ VIII. УСТОЙЧИВОСТЬ РАСТЕНИЙ К НЕБЛАГОПРИЯТНЫМ ФАКТОРАМ СРЕДЫ

Представление о стрессе и стрессорах. Три фазы стрессовой реакции растений. Неспецифические и специфические механизмы устойчивости к повреждающим факторам внешней среды. Механизмы адаптации растений на клеточном, организменном и популяционном уровнях. Различные виды устойчивости: к засухе, перегреву, низким температурам, морозоустойчивость, солеустойчивость, газоустойчивость, радиоустойчивость. Устойчивость к инфекционным болезням и механизмы защиты от патогенов (механические, фитонциды и фитоалексины, реакция сверхчувствительности).

Контрольные вопросы

1. Дайте объяснение понятиям стресс и адаптация. **2.** Укажите основные положения теории стресса. **3.** Перечислите факторы, способные вызвать стресс у растений. **4.** Какие специфические и неспецифические воздействия оказывают стрессоры на клетки и ткани растений. **5.** Чем отличаются механизмы стресса на клеточном и организменном уровнях? **6.** Каким образом засуха оказывает влияние на растительные организмы. **7.** Что такое БТШ? **8.** Какие приспособления вырабатываются у растений в условиях нехватки воды? **9.** Перечислите признаки суккулентности и ксероморфности. **10.** Какими физиолого-биохимическими особенностями отличаются холодостойкие и морозоустойчивые растения? **11.** Каковы основные причины гибели клеток при низких температурах? **12.** Какими приспособительными механизмами обладают растения, позволяющие им выживать при действии низких температур? **13.** Что такое криопротекторы? **14.** Как сделать растение более устойчивым к воздействию низких температур? **15.** Нарушение, каких физиологических процессов вызывает засоление? **16.** Какие факторы оказывают влияние на газоустойчивость растений? **17.** Каковы пути поступления газообразных загрязнителей в растения? **18.** Укажите адаптивные механизмы растений в условиях аэротехногенного воздействия. **19.** На какие структуры клеток действуют радионуклиды, и к каким изменениям они приводят? **20.** Чем отличается прямое и косвенное действие радиации на живые организмы? **21.** Перечислите типичные реакции растений на облучение. **22.** Какие механизмы устойчивости выработались у растений на действие радиации? **23.** Дайте определение и перечислите виды устойчивости растений к болезням. **24.** В чем заключаются особенности конституционного и индуцированного механизмов устойчивости? **25.** Какова роль фитоалексинов в устойчивости растений к патогенам? **26.** Какова основная функция реакции сверхчувствительности?

Терминологический минимум

Стресс, адаптация, стрессоры, ответная реакция, устойчивость, механизмы адаптации, засухоустойчивость, белки теплового шока, ксерофиты, суккуленты, холодостойкость, морозоустойчивость, криопротекторы, закаливание, солеустойчивость, галофиты, газоустойчивость, газочувствительность, радиоустойчивость, радиочувствительность, радиопротекторы, патогены, устойчивость к патогенным микроорганизмам, фитонциды, фитоалексины, реакция сверхчувствительности, элиситоры, супрессоры.

Контрольное задание

1. Опишите общие принципы физиологии стресса.
2. Какие приспособления вырабатываются у растительного организма в условиях водного дефицита, низких температур, засоления, действия токсичных газов, радиации и патогенных микроорганизмов. **Ответ представить в виде таблицы.**

Проверочный тест №8

1. Какому понятию соответствует следующее определение: «совокупность всех неспецифических изменений, возникающих в организме под влиянием любых сильных воздействий, включающих перестройку защитных сил организма»
    а) адаптация;
    б) стресс;
    в) надежность организма.
2. Как называется вторая фаза стрессовой реакции растительного организма
    а) адаптация;
    б) истощение ресурсов надежности;
    в) первичная стрессовая реакция.
3. Факторы, способные вызвать стресс у растительного организма делят на три основные группы: физические, химические и биологические. Укажите из ниже представленных вариантов химический стрессор
    а) радиоактивное излучение;
    б) ксенобиотики;
    в) температура.
4. Укажите первичный неспецифический эффект, происходящий в клетках растений при сильном действии стрессора
    а) синтез стрессовых белков;
    б) увеличение концентрации пролина;
    в) сдвиг pH цитоплазмы в кислую сторону.
5. Укажите пример механизма стресса и адаптации на популяционном уровне
    а) усиление поглощения кислорода;
    б) отбор;
    в) увеличение концентрации этилена и АБК.
6. Назовите биохимические механизмы защиты растительного организма в период засухи
    а) синтез криопротекторов;
    б) синтез низкомолекулярных гидрофильных белков;
    в) синтез фитоалексинов.
7. Какое приспособление вырабатывается у растений к перенесению низких температур
    а) увеличение в составе мембран ненасыщенных жирных кислот;
    б) повышение проницаемости мембран;
    в) усиление гидролитических процессов.
8. Растения, приспособленные к существованию в условиях избыточного засоления, называются
    а) эфемеры;
    б) мезофиты;
    в) галофиты.
9. При хлоридном засолении растения приобретают черты

а) ксероморфности;
б) суккулентности;
в) не меняются.

10. Для газоустойчивости существенна способность растений
а) поддерживать буферность цитоплазмы;
б) регулировать поступление кислорода;
в) повышать проницаемость мембран.

11. Типичной реакцией растений на облучение является
а) ксероморфность;
б) опушенность листьев;
в) изменение в ростовых процессах.

12. Устойчивость растений к болезням основана на разнообразных механизмах защиты. Укажите один из них
а) уменьшение размеров и количества листьев;
б) гипертрофия органов;
в) отложение воска на поверхности листьев.

13. Что такое элиситоры
а) ответная реакция растительного организма на внедрение патогена, способствующая его быстрой гибели в месте контакта;
б) вещества находящиеся на поверхности иммобилизованного паразита, узнаваемые системами растения-хозяина;
в) низкомолекулярные антибиотические вещества высших растений, возникающие в растении в ответ на контакт с патогенами.

ПЛАН САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ ПО ФИЗИОЛОГИИ РАСТЕНИЙ

Модуль	Блоки				Форма работы	Форма контроля
	I		II	III		
	КВ	Т	КЗ	КР		
I. Строение и функциональные системы растительного организма	+	+	+		Работа с учебниками, проработка лекционного материала, подготовка контрольных вопросов, выполнение контрольного задания, подготовка к тестированию	Проверка письменного задания, тестирование, устный опрос
II. Физиология водообмена растений	+	+	+		Работа с учебниками, проработка лекционного материала, подготовка контрольных вопросов, выполнение контрольного задания, подготовка к тестированию, лабораторным занятиям и семинару	Проверка письменного задания, тестирование, устный опрос
III. Фотосинтез	+	+	+		Работа с учебниками, проработка лекционного материала, подготовка контрольных вопросов, выполнение контрольного задания, подготовка к тестированию, лабораторным занятиям и семинару	Проверка письменного задания, тестирование, устный опрос
IV. Дыхание	+	+	+		Работа с учебниками, проработка лекционного материала, подготовка контрольных вопросов, выполнение контрольного задания, подготовка к тестированию, лабораторным занятиям и семинару	Проверка письменного задания, тестирование, устный опрос

V. Физиология минерального питания	+	+	+		Работа с учебниками, проработка лекционного материала, подготовка контрольных вопросов, выполнение контрольного задания, подготовка к тестированию, лабораторным занятиям и семинару	Проверка письменного задания, тестирование, устный опрос
VI. Дальний транспорт веществ	+	+	+		Работа с учебниками, проработка лекционного материала, подготовка контрольных вопросов, выполнение контрольного задания, подготовка к тестированию	Проверка письменного задания, тестирование
VII. Физиология роста и развития растений	+	+	+		Работа с учебниками, проработка лекционного материала, подготовка контрольных вопросов, выполнение контрольного задания, подготовка к тестированию, лабораторным занятиям и семинару	Проверка письменного задания, тестирование, устный опрос
VIII. Устойчивость растений к неблагоприятным факторам среды	+	+	+		Работа с учебниками, проработка лекционного материала, подготовка контрольных вопросов, выполнение контрольного задания, подготовка к тестированию	Проверка письменного задания, тестирование
Подготовка к экзамену				+	Работа с учебниками, проработка лекций, записей, сделанных во время самостоятельной работы, материалов семинарских и лабораторных занятий, подготовка к итоговому тестированию	Итоговое тестирование по всему материалу курса, защита контрольной работы

Примечание. КВ – контрольные вопросы; Т – тестирование; КЗ – контрольное задание; КР – контрольная работа.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ И ТЕМАТИКА КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом студенты, изучающие предмет «Физиология растений» выполняют контрольную работу. Студенты обязаны показать свое умение самостоятельно анализировать имеющуюся информацию и применять ее при освещении теоретических вопросов и при решении задач поставленных преподавателем.

Контрольная работа призвана содействовать усвоению теоретических знаний и приобретению навыков применения конкретных знаний в практической деятельности.

Для выполнения задания контрольной работы необходимо предварительное усвоение основных теоретических положений курса «Физиология растений». В этих целях следует изучить лекционный материал, специальные учебные пособия, а также проработать лабораторный практикум.

Контрольная работа требует полного анализа и оценки раскрываемой темы. Ответ должен носить элементы творческого, исследовательского характера, содержать введение и определенные рекомендации и выводы.

Объем контрольной работы должен составлять в пределах 15-20 страниц машинописного текста. В конце работы следует указать полный перечень использованной литературы. Контрольная работа подписывается студентом с отметкой даты ее выполнения и представляется в сроки, указанные преподавателем. Это дает возможность студенту своевременно получить отрецензированную работу и учесть замечания и недостатки при подготовке и защите контрольной работы. Студентам, которым контрольная работа возвращена из-за несоответствия предъявленным требованиям, должны устранить недостатки и представить работу на повторное рецензирование.

Вариант 1.
Тема: ВОДНЫЙ РЕЖИМ РАСТЕНИЙ

Примерный план
1. Значение воды в жизнедеятельности растений
2. Водный обмен растительных клеток
3. Водный баланс растения
4. Водный обмен у растений различных экологических групп

Литература
1, 2, 5, 6, 9, 11, 15, 18, 19.

Примечание: здесь и далее указаны номера литературных источников из общего списка.

Вариант 2.
Тема: ПУТИ СВЯЗЫВАНИЯ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА
(ТЕМНОВЫЕ РЕАКЦИИ ФОТОСИНТЕЗА)

Примерный план
1. C_3-путь фотосинтеза
2. C_4-путь фотосинтеза
3. CAM-метаболизм
4. Фотодыхание и метаболизм гликолевой кислоты

Литература
1, 2, 3, 5, 6, 10, 11, 12, 17, 19.

Вариант 3.
Тема: СВЕТОВАЯ ФАЗА ФОТОСИНТЕЗА

Примерный план
1. Строение хлоропластов
2. Пигменты хлоропластов
3. Отличительные особенности клеток растений от бактериальных и животных клеток

Литература
1, 2, 3, 5, 6, 10, 11, 12, 17, 19.

Вариант 4.
Тема: ПИГМЕНТЫ ХЛОРОПЛАСТОВ И ИХ РОЛЬ
В ПРОЦЕССЕ ФОТОСИНТЕЗА

Примерный план
1. Пигменты хлоропластов
2. Структура и свойства хлорофиллов
3. Структура и свойства каротиноидов и фикобилинов
4. Роль пигментов в процессе фотосинтеза

Литература
1, 2, 3, 5, 6, 10, 11, 12, 17, 19.

Вариант 5.
Тема: ФУНКЦИИ РАЗНЫХ ФИТОГОРМОНОВ
В РЕГУЛЯЦИИ РОСТА И РАЗВИТИЯ РАСТЕНИЙ

Примерный план
1. Гормональная система регуляции
2. Физиологическая и биохимическая роль гормонов, стимулирующих рост и развитие растений (ауксин, цитокинин, гиббереллин)
3. Физиологическая и биохимическая роль гормонов, ингибирующих рост и развитие растений (абсцизины, этилен)

Литература
1, 2, 3, 5, 6, 8, 11.

Вариант 6.
Тема: КЛЕТОЧНЫЕ МЕМБРАНЫ И ИХ РОЛЬ В ЖИЗНИ КЛЕТКИ

Примерный план
1. Строение и функции биологических мембран
2. Участие мембран в осмотическом поступлении воды в клетку
3. Участие мембран в процессе фотосинтеза и дыхания

Литература
1-6, 8, 9, 11, 14, 19.

Вариант 7.
Тема: АЗОТНЫЙ ОБМЕН РАСТЕНИЙ

Примерный план
1. Различные способы фиксации азота
2. Редукция нитратов
3. Пути ассимиляции аммиака

Литература
1, 2, 3, 5, 6, 7, 10, 11, 13, 18, 19.

Вариант 8.
Тема: МЕХАНИЗМЫ ЗАЩИТЫ И УСТОЙЧИВОСТИ РАСТЕНИЙ К ПАТОГЕННЫМ МИКРООРГАНИЗМАМ

Примерный план
1. Физиология стресса
2. Характеристика возбудителей болезней
3. Механизмы защиты растений

Литература
1, 2, 3, 5, 6, 11, 15, 16, 18.

Вариант 9.
Тема: ГЕТЕРОТРОФНЫЙ СПОСОБ ПИТАНИЯ У РАСТЕНИЙ

Примерный план
1. Паразиты
2. Насекомоядные растения
3. Питание за счет собственных органических веществ

Литература
1, 2, 3, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 13.

Вариант 10.
Тема: ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ И ОНТОГЕНЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ДЫХАНИЯ

Примерный план
1. Общие принципы процесса дыхания
2. Зависимость дыхания от факторов внешней и внутренней среды
3. Изменение интенсивности дыхания в онтогенезе

Литература
1, 2, 3, 5, 6, 9, 11, 15, 18, 19.

Вариант 11.
Тема: ВТОРИЧНЫЙ МЕТАБОЛИЗМ РАСТЕНИЙ

Примерный план
1. Терпены
2. Фенолы
3. Азотсодержащие соединения
4. Локализация вторичных метаболитов

Литература
1, 2, 3, 5, 6, 11, 16.

Вариант 12.
Тема: ФОТОСИНТЕТИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ РАСТЕНИЙ РАЗЛИЧНЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ГРУПП

Примерный план
1. Адаптивные признаки структуры листа
2. Фотосинтетическая активность растений
3. Экологические группы растений по отношению к свету

Литература
1, 2, 3, 5, 6, 9, 10, 11, 12, 17, 19.

Вариант 13.
Тема: МЕТАБОЛИЗМ ГОРМОНОВ СТРЕССА И ИХ РОЛЬ В РЕГУЛЯЦИИ РОСТА И РАЗВИТИЯ РАСТЕНИЙ

Примерный план
1. Физиология стресса
2. Разнообразие гормонов стресса
3. Основные пути синтеза гормонов стресса
4. Роль гормонов стресса в жизни растений

Литература
1, 2, 3, 5, 6, 8, 11, 16.

Вариант 14.
Тема: СПОСОБЫ ПОЛУЧЕНИЯ ТРАНСГЕННЫХ СОРТОВ РАСТЕНИЙ. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТРАНСГЕНОВ В РЕШЕНИИ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Примерный план
1. Особенности трансгенных растений
2. Способы получения трансгенных растений
3. Роль трансгенных растений в современном мире

Литература
1, 2, 3, 5, 6, 11, 18.

Вариант 15.

Тема: ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАСТЕНИЙ В КОСМИЧЕСКОЙ БИОТЕХНОЛОГИИ

Примерный план
1. Рост растений в отсутствии гравитации
2. Поведение растений в космосе
3. Космическое растениеводство

Литература
1, 2, 3, 5, 6, 11.

Вариант 16.

Тема: МЕХАНИЗМ ЗАЩИТЫ И УСТОЙЧИВОСТИ РАСТЕНИЙ К ЭКСТРЕМАЛЬНЫМ ФАКТОРАМ ВНЕШНЕЙ СРЕДЫ

Примерный план
1. Физиология стресса
2. Характеристика экстремальных факторов среды
3. Механизмы защиты растений к экстремальным факторам среды

Литература
1, 2, 3, 5, 6, 11, 15, 16, 18.

Вариант 17.

Тема: МЕХАНИЗМЫ РЕГУЛЯЦИИ ЦВЕТЕНИЯ ВЫСШИХ РАСТЕНИЙ

Примерный план
1. Фотопериодический контроль роста и развития растений
2. Яровизационный контроль роста и развития растений
3. Использование внешних факторов в практике формирования пола у высших растений

Литература
1, 2, 3, 5, 6, 11, 16.

Вариант 18.

Тема: МЕХАНИЗМЫ И СПОСОБЫ ПЕРЕДАЧИ СИГНАЛОВ В РАСТЕНИЯХ В ОТВЕТ НА ВНЕШНЕЕ РАЗДРАЖЕНИЕ

Примерный план
1. Типы электрических сигналов у растений
2. Механизмы генерации и пути распространения потенциалов действия у растений
3. Роль потенциалов действия у высших растений

Литература
1, 2, 3, 5, 6, 11, 16.

Вариант 19.

Тема: РОЛЬ ФОТОДЫХАНИЯ В ПРОДУКЦИОННОМ ПРОЦЕССЕ

Примерный план
1. Фотодыхание и метаболизм гликолевой кислоты
2. Связь фотодыхания с другими метаболическими процессами
3. Регуляция фотодыхания
4. Роль фотодыхания в жизнедеятельности растений

Литература
1, 2, 3, 5, 6, 10, 11, 12, 17, 19.

Вариант 20.

Тема: СТВОЛОВЫЕ КЛЕТКИ РАСТЕНИЙ,
ИХ РОЛЬ И ПРАКТИЧЕСКОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ

Примерный план
1. Источники стволовых клеток
2. Биомедицина и стволовые клетки
3. Перспективы использования стволовых клеток в медицинской практике

Литература
1, 2, 5, 6, 8, 11.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Основная:

1. Кузнецов Вл.В., Дмитриева Г.А. Физиология растений. М., Высшая школа, 2006.
2. Медведев С.С. Физиология растений. СПб.: Изд-во СПб. ун-та, 2004.
3. Полевой В.В. Физиология растений. М., Высшая школа, 1989.
4. Практикум по физиологии растений (под ред. Иванова В.Б.). М., Академия, 2001.
5. Физиология растений (под ред. Ермакова И.П.). М., Академия, 2007.
6. Strasburger. Ботаника. Т.2. Физиология растений. М., Академия, 2008.

Дополнительная:

7. Артамонов В.И. Занимательная физиология растений. – М.: Агропромиздат, 1991.
8. Албертс Б. и др. Молекулярная биология клетки. В 3-х тт., М., Мир, 1994.
9. Грин Р., Стаут У., Тейлор Д. Биология. В 3-х тт. М., Мир, 1990.
10. Гэлстон А., Девис П., Сэттер Р. Жизнь зеленого растения. М., Мир, 1983.
11. Журналы «Физиология растений». – М.: Наука, МАИК Наука/Интерпериодика.
12. Мокроносов А.Т., Гавриленко В.Ф. Фотосинтез. Физиолого-экологические и биохимические аспекты. М., изд. МГУ, 1992.
13. Полевой В.В., Саламатова Т.С. Физиология роста и развития растений. Л., изд. ЛГУ, 1991.
14. Рейвн П., Эверт Р., Айкхорн С. Современная ботаника. В 2-х тт. Т.1. – М.: Мир, 1990.
15. Усманов И.Ю., Рахманкулова З.Ф., Кулагин А.Ю. Экологическая физиология растений: Учебник. – М.: Логос, 2001.
16. Шакирова Ф.М. Неспецифическая устойчивость растений к стрессовым факторам и ее регуляция. – Уфа: Гилем, 2001.
17. Эдвардс Дж., Уокер Д. Фотосинтез C_3- и C_4 растений: механизмы и регуляция. М., Мир, 1986.
18. Физиология и биохимия сельскохозяйственных растений (под ред. Н.Н. Третьякова). М., Колос, 2000.
19. Якушкина Н.И. Физиология растений. 2-е изд. М., Просвещение, 1993.

ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ЭКЗАМЕНУ

1. Структурная организация растительной клетки
2. Функциональные системы растительного организма
3. Внутриклеточная регуляция
4. Межклеточная регуляция
5. Организменный уровень регуляции
6. Значение воды в жизнедеятельности растений
7. Водный обмен растительных клеток
8. Осмотическое поступление воды в клетку
9. Водный потенциал клетки
10. Клетка как осмотическая система
11. Транспорт воды в системе «почва – растение – атмосфера»
12. Корневое давление
13. Транспирация
14. Экология водообмена растений
15. Общее представление о фотосинтезе
16. Структурная организация фотосинтетического аппарата
17. Хлорофиллы
18. Каротиноиды
19. Фикобилины
20. Компоненты электронтранспортной цепи фотосинтеза
21. Циклический транспорт электронов
22. Нециклический транспорт электронов
23. Фотолиз воды
24. Фотофосфорилирование
25. C_3-путь фотосинтеза (Цикл Кальвина)
26. C_4-путь фотосинтеза (Цикл Хетча – Слэка)
27. Фотосинтез по типу толстянковых (САМ-метаболизм)
28. Фотодыхание
29. Экология фотосинтеза
30. Общие принципы процесса дыхания. Типы окислительно-восстановительных реакций
31. Гликолиз
32. Цикл ди- и трикарбоновых кислот (Цикл Кребса)
33. Глиоксилатный цикл
34. Пентозофосфатный путь окисления глюкозы
35. Анаэробное и аэробное дыхание
36. Дыхательная электронтранспортная цепь
37. Механизм образования АТФ в ходе дыхания согласно хемиосмотической теории сопряжения
38. Механизмы регуляции дыхания у растений
39. Экологические аспекты дыхания

40. Потребность растений в элементах минерального питания
41. Фиксация азота
42. Редукция нитратов
43. Ассимиляция аммиака
44. Биохимическая и физиологическая роль микроэлементов в растении
45. Биохимическая и физиологическая роль макроэлементов в растении
46. Механизм поглощения ионов
47. Транспорт ионов в растении
48. Метаболизм корней
49. Экология минерального питания
50. Ксилемный транспорт
51. Флоэмный транспорт
52. Этапы онтогенеза высших растений
53. Способы движения у растений
54. Способы регенерации у растений
55. Влияние факторов внешней среды на рост и развитие растений
56. Ростовые движения
57. Тургорные движения
58. Физиология стресса
59. Засухоустойчивость и устойчивость к перегреву
60. Устойчивость растений к низким температурам
61. Солеустойчивость
62. Газоустойчивость
63. Радиоустойчивость
64. Устойчивость растений к патогенным микроорганизмам

ОТВЕТЫ НА ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

Проверочный тест №1

Ответы								
1б	2в	3б	4а	5в	6а	7б	8в	9б
10в	11а	12б	13в	14а	15б	16б	17а	

Проверочный тест №2

Ответы											
1б	2в	3б	4б	5а	6б	7в	8б	9в	10а	11б	12а
13в	14в	15б	16б	17в	18б	19в	20а	21а	22в	23б	

Проверочный тест №3

Ответы														
1а	2в	3б	4в	5а	6а	7в	8а	9б	10а	11а	12б	13	14а	15а
16а	17б	18в	19в	20в	21а	22б	23в	24а	25в	26в	27в	28а	29б	30в

Проверочный тест №4

Ответы										
1а	2б	3а	4в	5а	6в	7б	8а	9в	10б	11б
12в	13в	14б	15б	16б	17в	18а	19а	20б	21а	

Проверочный тест №5

Ответы							
1в	2а	3б	4в	5б	6б	7б	8в
9б	10а	11в	12а	13б	14в	15б	

Проверочный тест №6

Ответы					
1б	2а	3а	4в	5а	6в
7в	8а	9б	10в	11б	

Проверочный тест №7

Ответы					
1б	2а	3б	4в	5а	6а
7б	8в	9а	10а	11а	

Проверочный тест №8

Ответы						
1б	2а	3б	4в	5б	6б	7а
8в	9б	10а	11в	12в	13б	

СОДЕРЖАНИЕ

Модуль I. Строение и функциональные системы растительного организма	5
Модуль II. Физиология водообмена растений	8
Модуль III. Фотосинтез	12
Модуль IV. Дыхание	17
Модуль V. Физиология минерального питания	21
Модуль VI. Дальний транспорт веществ	24
Модуль VII. Физиология роста и развития растений	27
Модуль VIII. Устойчивость растений к неблагоприятным факторам среды	31
План самостоятельной работы студентов по физиологии растений	34
Методические указания и тематика контрольных работ	37
Список рекомендуемой литературы	44
Примерный перечень вопросов к экзамену	45
Ответы на тестовые задания	47

Лиц. на издат. деят. Б848421 от 03.11.2000 г. Подписано в печать 06.03.2019.
Формат 60Х84/16. Компьютерный набор. Гарнитура Times New Roman.
Отпечатано на ризографе. Усл. печ. л. – 5,0. Уч.-изд. л. –4,8.
Тираж 100 экз. Заказ №

ИПК БГПУ 450000, г.Уфа, ул. Октябрьской революции, 3а

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. М.АКМУЛЛЫ

Л.Г. Наумова

СИНЭКОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

Учебное пособие

Уфа 2016

УДК 581.5
ББК 28.58я73
Н 34

Печатается по решению учебно-методического совета БГПУ

Наумова, Л.Г.

Синэкология растений [текст]: учеб. пособие. Л.Г. Наумова. – Уфа: Изд-во БГПУ, 2016. – 92 с.

В данном учебном пособии показано место синэкологии растений в междисциплинарном комплексе «Наука о растительности». Рассмотрены взаимные отношения растений, влияние на растения гетеротрофов, концепция экологической ниши растений и концепция стратегий жизни растений. Показано, что красной нитью синэкологии являются представления о роли синергий, которые формируются между взаимодействующими видами растений и в их отношениях с гетеротрофами. Кратко охарактеризованы отношения растений с абиотическими факторами среды и особенности их популяций.

Рекомендовано студентам старших курсов вузов (бакалаврам и магистрам), обучающимся по направлениям (и профилям): экология и природопользование (природопользование, охрана природы), биология (биоэкология, генетика), педагогическое образование (биология, география, химия). Кроме того, учебное пособие может быть полезным аспирантам и научным сотрудникам, работающим в области биологических наук, а также рационального природопользования и сохранения биоразнообразия.

Рецензенты:
Ш.Р. Абдуллин, канд. биол.наук, доцент БГУ);
М.Г. Мигранов, д-р биол.наук, профессор (БГПУ).

ISBN 978-5-87978-936-2

© Изд-во БГПУ, 2016
© Наумова Л.Г,

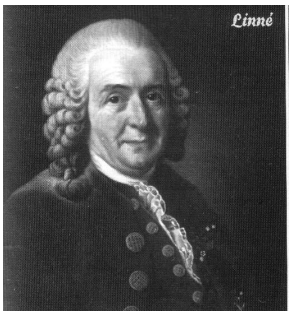
ПРЕДИСЛОВИЕ

Синэкология является важной составляющей междисциплинарного комплекса «Наука о растительности» (МДК НОР). Она изучает взаимоотношения видов растений и их отношения с гетеротрофными консортами, а также синтетические характеристики растений – экологические ниши и типы стратегий.

Часто в литературе термин «синэкология» рассматривается как синоним термина «фитоценология», например, в учебнике В.Г. Онипченко (2013). Объем синэкологии растений, принятый в данном пособии, достаточно узкий и охватывает четыре задачи:

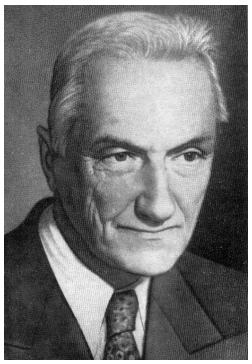
1) изучение разнообразия взаимных отношений видов растений в растительных сообществах;
2) изучение взаимных отношений растений и их консортов-гетеротрофов;
3) ознакомление с концепцией экологической ниши у растений;
4) освоение учения о стратегиях поведения растений.

Кроме того, поскольку взаимные отношения между видами зависят от их отношений к абиотическим факторам среды, а любые виды взаимодействуют в форме популяций, в пособие включены краткие главы по аутэкологии и популяционной экологии видов.



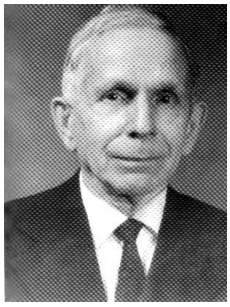
Истоки синэкологии лежат в трудах великого биолога Карла Линнея (1707–778), сформулировавшего принцип «экономии природы», синонимом которого стало понятие «экологическое равновесие». При экологическом равновесии гарантировано сохранение всех взаимодействующих видов, связанных отношениями конкуренции и эксплуатации.

В XX в. вклад в синэкологию внесли следующие выдающиеся ученые.



Л.Г. Раменский (1884–1953) сформулировал принцип непрерывности растительного покрова, объясняющий индивидуальность экологии разных видов растений. Его работы стали основой концепции континуума растительности, которая является методологией синэкологии растений. Этот ученый открыл систему биоценотических типов растений.

Дж.Ф. Граим (J.F. Grime, род. 1935), английский ученый, который переоткрыл систему биоценотических типов растений Л.Г. Раменского, назвав ее системой типов стратегий растений, и детально развил ее в нескольких монографиях. Эта система стратегий растений получила широкое хождение в экологии.



Т.А. Работнов (1904–2000), российский эколог растений, внесший вклад в теорию науки о растительности. Он является основателем популяционной экологии растений, развил представления об экологической нише у растений и их отношениях с гетеротрофами.

Д. Тилман (D. Tilman, род. 1949), американский эколог растений, который внес вклад в развитие теории конкуренции между растениями.

В.Г. Онипченко (род. 1957), российский ученый, который внес вклад в развитие экспериментальной экологии растений. Он исследовал факторы, влияющие на отношения между растениями в высокогорных сообществах Северного Кавказа. Является автором учебника-монографии (Онипченко, 2013), уникального по полноте изложения проблем синэкологии растений.

В настоящем пособии кратко рассматриваются основные проблемы синэкологии растений. В заключающий пособие список литературы включены не все цитированные издания, а лишь самые важные работы для синэкологии растений. Полный список цитированных изданий можно найти в монографии Б.М. Миркина и Л.Г. Наумовой (2012).

ГЛАВА 1. МЕСТО СИНЭКОЛОГИИ РАСТЕНИЙ В МЕЖДИСЦИПЛИНАРНОМ КОМПЛЕКСЕ «НАУКА О РАСТИТЕЛЬНОСТИ» И ЕЕ ЗАДАЧИ

Междисциплинарный комплекс «Наука о растительности» (НОР, Миркин, Наумова, 2012, 2014) исследует отношения растений и условий среды (абиотических и биотических) на всех уровнях – от особей растений до крупных фитохорий[1]. Этот комплекс наук является теоретической основой для разработки рекомендаций рационального использования биологического разнообразия и подходов к его сохранению. При этом фиторазнообразие (биологическое разнообразие растений) выступает в роли «биотической матрицы», которая предопределяет распространение видов гетеротрофной биоты и экологических систем.

Синэкология растений – важная составляющая НОР, которая изучает взаимоотношения видов растений и их отношения с гетеротрофными консортами[2], а также синтетические синэкологические характеристики растений – экологические ниши и типы стратегий.

Синэкология растений связана с другими науками НОР (рис. 1):

– с аутэкологией растений, дающей информацию об отношениях видов к условиям абиотической среды (распределении видов по градиентам среды, экологических группах и жизненных формах);

– с фитоценологией, которая использует результаты синэкологических исследований для характеристики растительных сообществ (их видового состава, структуры, разнообразия, динамики);

– с популяционной экологией растений, изучающей синэкологические закономерности на популяционном уровне: взаимных отношений особей в популяции, динамики плотности популяций, а также внутрипопуляционного разнообразия;

– с географией растений, которая использует данные синэкологии для характеристики ареалов видов и состава флор.

Красной нитью синэкологии являются представления о роли синергий, которые формируются между взаимодействующими видами растений и при их отношениях с гетеротрофами.

[1] Фитохория – это контур растительности. Элементарной фитохорией является контур растительного сообщества. Фитохориями более высокого уровня являются территориальные единицы – сочетания растительных сообществ разного масштаба.

[2] Консорт – это гетеротроф, связанный с популяцией автотрофного растения и использующий его вещество и энергию.

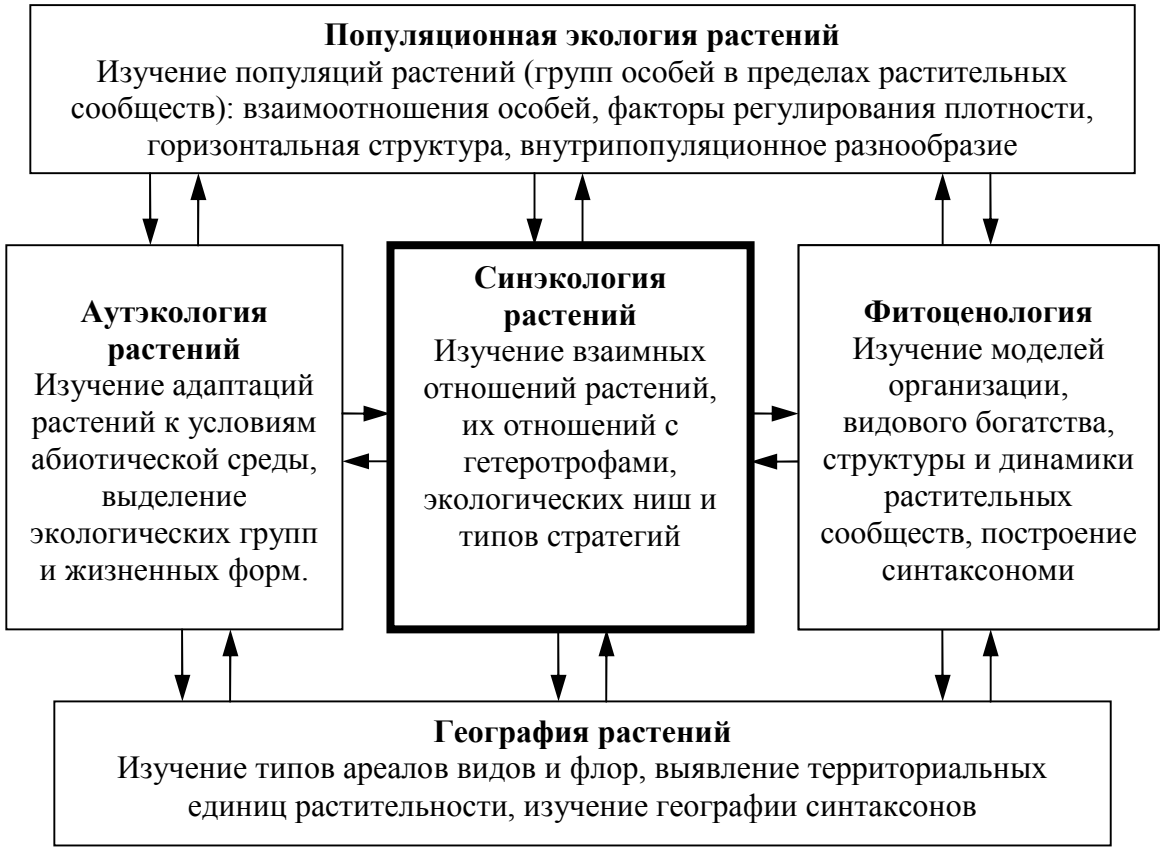


Рис. 1. Место синэкологии растений в составе междисциплинарного комплекса «Наука о растительности»

Синергией называются взаимные отношения между какими-либо объектами, в результате которых происходит их усиление. В растительных сообществах синергии могут усиливать особи растений, популяции или все растительное сообщество.

Таким образом, синергии способствуют формированию экологического равновесия в растительных сообществах и отражают принцип «экономии природы» Карла Линнея.

Вопросы для контроля усвоения материала главы 1

1. Какие задачи решает синэкология растений?
2. Как связана синэкология растений с аутэкологией растений?
3. Поясните роль результатов синэкологических исследований для решения задач фитоценологии?
4. Охарактеризуйте вклад синэкологии растений в ботаническую географию.

ГЛАВА 2. ОТНОШЕНИЕ РАСТЕНИЙ К АБИОТИЧЕСКИМ ФАКТОРАМ СРЕДЫ

Отношение видов растений с условиями абиотической среды изучает аутэкология. В состав аутэкологии входят:

– факториальная экология;

– теоретическая аутэкология;

– представления об адаптивных синдромах признаков растений, отражающих их приспособленность к жизни в разных условиях среды.

Аутэкология играет важную роль при изучении синэкологических закономерностей растений, так как их взаимоотношения и отношения с гетеротрофами по-разному реализуются в разных условиях среды.

2.1. Факториальная экология растений

Факториальная экология характеризует экологические факторы – элементарные составляющие среды обитания (табл. 1) и сред жизни (главных совокупностей факторов среды обитания растений, табл. 2), которые составляют основу жизни особей растений, их популяций и растительных сообществ.

Среди факторов различаются прямые и косвенные (действуют непосредственно или опосредованно), ресурсы (потребляются растениями) и условия (не потребляются растениями, но влияют на их жизнь). Кроме того, различаются факторы абиотические и биотические (они рассматриваются в главах 4 и 5). Отдельную группу представляют антропогенные факторы, роль которых резко возросла в современном мире.

В отличие от географических наук, исследующих окружающую среду (климатологии, геоморфологии, почвоведения и др.), факториальная экология рассматривает все факторы среды через их влияние на растения. Особое внимание факториальная экология уделяет ведущим (лимитирующим) факторам и комплексным градиентам среды.

Лимитирующие (ограничивающие) факторы – это те компоненты среды, которые находятся в максимуме или минимуме и в бóльшей мере влияют на жизнь растений, чем другие факторы среды. К примеру, в степной зоне лимитирующий фактор – увлажнение, в лесной зоне – богатство почвы элементами минерального питания, в тундре и высокогорьях – тепло. Представления о лимитирующих факторах среды сформулировал Ю. Либих (1803–1873).

Комплексные градиенты – это совокупности взаимосвязанных факторов среды, совместно влияющих на растения (Уиттекер, 1980). Главными комплексными градиентами являются географическая широта и высота над уровнем моря, с которыми связаны климат, режимы увлажнения и богатства почвы (рис. 2).

Таблица 1

Классификация экологических факторов

Группа факторов среды	Характер влияния на растение	Причины, порождающие фактор		
		абиотические	**биотические**	**антропогенные**
Ресурсы (потребляются растениями), а также другие организмы, содействующие жизнедеятельности растений	Прямое, снабжают организмы веществом и энергией, способствуют размножению и распространению	Вода, свет, углекислый газ, элементы минерального питания, кислород, пространство	Опылители, распространители диаспор, микоризные грибы, биологические азотфиксаторы; для растений-паразитов – ткани разных растений-хозяев.	Минеральные и органические удобрения, азот кислотных дождей; для гидрофитов – элементы минерального питания в промышленных, коммунальных и сельскохозяйственных стоках
Условия – не потребляются растениями, но необходимы для их жизни	Прямое – непосредственно влияют на растения	Температура, pH среды; для наземных растений – атмосферное давление, гравитация, ветер, пожары; для водных – давление водяного столба, прозрачность воды, течение	Конкуренты, фитофаги, паразиты, мутуалы (микоризные грибы, азотфиксирующие бактерии); растения, преобразующие среду, в первую очередь деревья; животные и прочая биота, участвующие в почвообразовательном процессе	Изменение климата, химическое, физическое (электромагнитное, шумовое, радиационное) и биологическое (привнесение чужеродных организмов) загрязнение сред жизни, разрушение экосистем, сбор растений, заготовка древесины, выпас, влияние рекреации
	Косвенное – влияют на растения через прямые факторы	Экспозиция склона, высота над уровнем моря, географическая широта, удаленность от океана, механический состав почвы	Уплотнение почвы крупными фитофагами; влияние через посредников: подавление конкурентов, мутуалов и паразитов	Строительство водохранилищ, формирование антропогенных ландшафтов при горных разработках и строительстве городов, создании дорог, рекреационное влияние и т.д.

Таблица 2

Сравнение сред жизни растений

Характеристика	Среды жизни			
	Водная	**Почвенная**	**Наземно-воздушная**	**Организменная**
Плотность	Высокая	Сравнительно высокая	Низкая	Высокая
Разнообразие условий среды	Низкое	Умеренно высокое	Высокое	Очень низкое
Лимитирующие факторы	Кислород, ЭМП, свет, токсичные соли, pH, давление водяного столба	Вода, ЭМП, токсичные соли, кислород, pH	Вода, температура, гравитация, свет	Иммунный ответ хозяина
Основные группы растений	Планктон (микроскопические водоросли), цианобактерии, макрофиты (сосудистые растения)	Корни растений, заростки споровых растений, протонемы и ризоиды мхов	Растения: цветковые, голосеменные, папоротники, плауны, хвощи, мхи. Лишайники	Растения-паразиты и полупаразиты, эпифиты, лианы
Разнообразие видов	Невысокое	Высокое	Высокое	Низкое

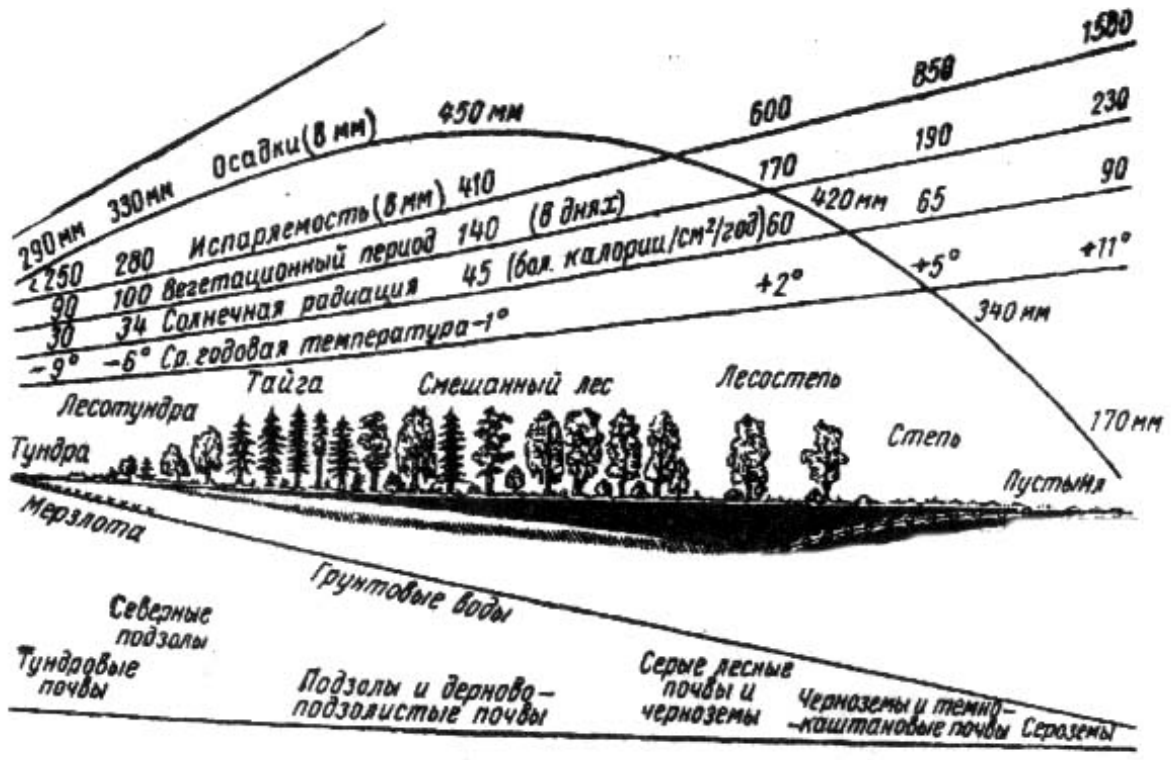


Рис. 2. Комплексный градиент широтной зональности в европейской части России

2.2. Основные теоретические установки аутэкологии растений

Фундамент аутэкологии составляют три принципа:

- принцип индивидуальности экологии видов, сформулированный Л.Г. Раменским и Г. Глизоном, который лежит в основе современного понимания экологического разнообразия видов растений и растительных сообществ как частей континуума растительности;
- закон толерантности В. Шелфорда гласит, что по каждому фактору среды вид имеет пределы распространения (рис. 3);

Рис. 3. Схема распределения вида на градиенте среды
(1 – степень благоприятствования условий среды для организма,
2 – величина энергозатрат на поддержание жизнедеятельности)

- закон лимитирующих факторов Ю. Либиха подчеркивает неоднозначность влияния на растения разных факторов. Наибольшее влияние оказывают факторы, находящиеся в максимуме или в минимуме.

Главная задача аутэкологии – изучение адаптивных синдромов, т.е. комплексов признаков, отражающих приспособленность вида к экотопу (совокупности абиотических факторов среды).

Основными типами комплексов адаптивных признаков видов растений являются:

- **жизненная форма** – тип «экологического облика» (габитуса) растения, в котором отражается его приспособленность к условиям среды (см. раздел 2.3.);
- **экологическая группа** – совокупность видов растений, обитающих в сходных экологических условиях (см. раздел 2.4);
- **эколого-фитоценотическая стратегия** – тип поведения растений по отношению к степени благоприятности (неблагоприятности) экотопа и к нарушениям (см. главу 7);
- **тип географического ареала** (распределения вида растений по земной поверхности, см. раздел 2.6).

2.3. Жизненные формы растений

Изучение жизненных форм растений уходит корнями в работы античных философов. Теофраст, не используя понятия «жизненная форма», разделял растения по отношению к благоприятности условий среды на деревья, кустарники и травы. Все современные системы жизненных форм имеют в основе представления Теофраста. В настоящее время в российской экологии растений используются две системы жизненных форм: К. Раункиера и И.Г. Серебрякова.

2.3.1. Система жизненных форм растений К. Раункиера

В системе К. Раункиера типы жизненных форм растений выделяются по положению зимующих органов с почками возобновления относительно поверхности почвы. Т.К. Горышина (1979), анализируя эту систему, писала: «Этот признак, на первый взгляд как будто частный, имеет глубокий биологический смысл (именно защита меристем, предназначенных для продолжения роста, обеспечивает непрерывное существование особи в условиях резко переменной среды) и широкое экологическое содержание, так как речь идет о приспособлении не к одному какому-либо фактору, а ко всему комплексу факторов среды. Вот почему выбранный Раункиером признак оказался коррелятивно связанным с целым рядом других, в том числе и чисто физиологических» (с. 280).

Система включает следующие типы (рис. 4):

– фанерофиты (почки возобновления расположены высоко над землей; деревья, кустарники, лианы);

– хамефиты (почки возобновления расположены не выше 20–30 см от земли; кустарнички и полукустарники);

– гемикриптофиты (почки расположены у поверхности почвы; большинство луговых и степных трав);

– криптофиты (геофиты – почки в земле, гидрофиты – водные растения);

– терофиты (однолетники, которые зимуют в стадии семян).

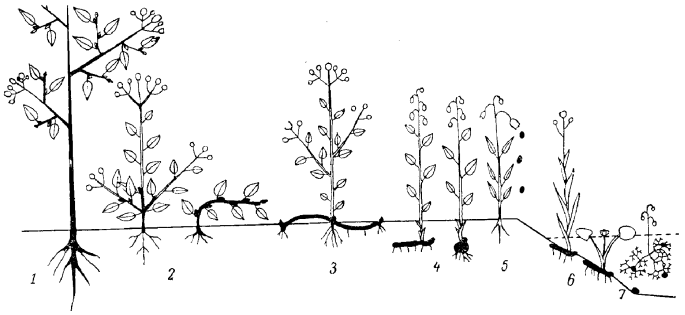


Рис. 4. Жизненные формы растений по К. Раункиеру
1 – фанерофит; 2 – хамефиты; 3 – гемикриптофит; 4 – геофиты;
5 – терофит; 6,7 – гидрофиты (черным выделены зимующие части)

Система К. Раункиера наиболее удобна для сравнения разных типов растительности (табл. 3).

Таблица 3

Спектры жизненных форм некоторых биомов
(% от общего числа изученных видов, по Уиттекеру, 1980)

Биом	Фанерофиты	Хамефиты	Гемикрипто-фиты	Геофиты	Терофиты
Тропический дождевой лес	96	2	0	2	0
Субтропический лес	65	17	2	5	10
Лес умеренно теплой зоны	54	9	24	9	4
Лес умеренно холодной зоны	10	17	54	12	7
Тундра	1	22	60	15	2
Дубовое редколесье	30	23	36	5	6
Степь	1	12	63	10	14
Полупустыня	0	56	14	0	27
Пустыня	0	4	17	6	73

Из таблицы очевидно, что в лесах тропиков, субтропиков и умеренно теплой зоны преобладающей жизненной формой являются фанерофиты, в полупустынях – хамефиты. Гемикриптофиты преобладают во флоре степей, тундр и лесов умеренно холодной зоны. Терофиты преобладают в пустынях. Геофиты представлены в разных биомах, но ни в одном из них не преобладают.

Следует заметить, что в обсуждаемой таблице показано участие видов разных жизненных форм во флорах, то есть без учета их обилия. Так, к примеру, при оценке обилия видов фанерофиты станут преобладающими в лесах умеренно холодной зоны.

2.3.2. Система жизненных форм растений И.Г. Серебрякова

Система жизненных форм растений И.Г. Серебрякова (1914–1969) построена на эколого-морфологическом принципе: учитывается облик (габитус) растения, включая надземные и подземные органы.

Все разнообразие форм растений разбивается на 4 отдела: древесные растения, полудревесные растения, наземные травы, водные травы. Соответственно, каждый отдел разбит на типы (их общее число 8) – деревья, кустарники, кустарнички, полукустарники и полукустарнички, поликарпические травы, монокарпические травы, земноводные травы, планктонные и водные травы. Каждый тип, в свою очередь, разделен на более дробные единицы.

И.Г. Серебряков обосновал свою систему огромным фактическим материалом: все единицы (от высших до низших) реально существуют. Система удобна для регионального использования, когда из нее отбирается ограниченное количество экоморф, всречающихся на исследованной территории.

Фрагмент системы жизненных форм травяных растений И.Г. Серебрякова приведен в табл. 4.

Таблица 4

Система жизненных форм травяных растений, по И.Г.Серебрякову (фрагмент)

Тип жизненной формы	Определение	Примеры
Однолетние травы	**Травянистые растения с длительностью жизни не более 1 года**	***Thlaspi arvense, Chenopodium album***
Многолетние травы:		
а) *стержнекорневые и кистекорневые*	**Корневая система стержневого или кистевого вида**	***Sanguisorba officinalis, Geranium pratense***
б) *дерновинные:*		
– рыхлокустовые	**Число побегов не превышает 50, они собраны в рыхлый куст**	***Festuca pratensis*, *Dactylis glomerata***
– плотнокустовые	**Многочисленные побеги собраны в плотный куст, их число может достигать нескольких сотен**	***Festuca valesiaca, Stipa, Deschampsia caespitosa***
в) *корневищные*		
– длиннокорневищные	**Корневища длинные (более 5 см)**	***Bromopsis inermis*, *Elytrigia repens***
– короткорневищные	**Корневища короткие (менее 5 см)**	***Agrostis gigantea, Poa pratensis***
г) *с ползучими побегами*	**Надземные ползучие побеги могут быть длинными или короткими**	***Trifolium pratense, Glechoma hederacea***
Водные травы (макрофиты):		
а) *плейстофиты*	**свободно плавают на поверхности или в толще воды**	***Lemna minor,***
б) *гидатофиты*	**прикреплены ко дну с листьями на поверхности или в толще воды**	***Nymphaea alba, Potamogeton***
в) *гелофиты*	**полупогруженные растения**	***Butomus umbellatus, Sagittaria sagittifolia***

2.4. Экологические группы растений

Экотоп – совокупность абиотических факторов среды для жизни растений – слагается из многих экологических факторов: увлажнение и богатство почвы элементами минерального питания, pH почвенного раствора, засоление почвы, обеспечение светом и др. Однако для удобства представления данных об экологии видов принято выделять экологические группы как совокупности видов растений со сходным отношением к одному экологическому фактору: увлажнению, богатству почвы, освещенности, засолению почвы и др.

Поскольку экология каждого вида индивидуальна (см. Предисловие), то экологические группы всегда условны и объединяют виды не с одинаковой, а со сходной экологией. Причем экологические группы всегда связаны переходами. В зависимости от характера решаемой научной задачи, по отношению к разным факторам среды могут быть установлены экологические группы разной степени дробности. Например, по фактору увлажнения можно выделить:

– три экологические группы (гидрофиты, мезофиты, ксерофиты);

– пять экологических групп (гидрофиты, гигрофиты, гигромезофиты, мезофиты, мезоксерофиты, ксерофиты);

– восемь экологических групп (гидрофиты, гигрофиты, мезогигрофиты, гигромезофиты, мезофиты, ксеромезофиты, мезоксерофиты, ксерофиты).

На рис. 5 охарактеризованы полярные экологические группы для четырех наиболее важных экологических факторов в жизни растений – увлажнения, богатства почвы, засоления и света.

Кроме включенных в схему экологических групп, выделяются также группы:

нитрофилы – виды, связанные с почвами, богатыми азотом (*Urtica dioica, Chelidonium majus* и др.);

ацидофилы – виды кислых почв (*Ledum palustre, Eriophorum vaginatum* и др.);

кальцефилы – растения карбонатных почв (*Echinops ritro, Centaurea sibirica* и др.);

псаммофиты – растения песчаных почв и песков (*Petasites spurius* и др.).

Э К О Л О Г И Ч Е С К И Е Ф А К Т О Р Ы			
Увлажнение	**Богатство почвы**	**Засоление почвы**	**Свет**

Характеристика терминальных экологических групп

Гидрофиты Развитая аэренхима, редукция механических и проводящих тканей, слабо развитая корневая система и др. Примеры: *Nuphar, Potamogeton, Lemna*	**Эутрофы** Крупные растения, листья крупные однолетние, и др. Примеры: *Dactylis glomerata, Festuca pratensis,*	**Галофиты** Суккулентные или ксероморные черты, высокое осмотическое давление клеточного сока и др. Примеры: *Salicornia europaea, Salsola, Suaeda*	**Гелиофиты** Некрупные листья компасной ориентации, световая структура ассимиляцион-ных тканей листа и др. Примеры: большинство луговых и степных трав
Ксерофиты Сильно развиты корневая и водопроводя-щая системы, мощные покровные ткани с толстой кутикулой и опушением, суккулентность и др. Примеры: *Stipa, Haloxylon*	**Олиготрофы** Мелкие многолетние листья, перед опадением которых минеральные элементы перекачиваются в живые части растений. Примеры: *Oxycoccus, Nardus, Sphagnum*	**Гликофиты** Мезоморфные черты, невысокое осмотическое давление клеточного сока, и др. Примеры: большинство травянистых растений, кустарников, деревьев.	**Сциофиты** Листовые пластинки тонкие, темно-зеленые, структура ассимиляцион-ных тканей теневая, выражена листовая мозаика и др. Примеры: *Asarum europaeum, Paris quadrifolia*

Рис. 5. Примеры экологических групп растений с указанием некоторых признаков их адаптивных синдромов

(сверху – при максимальном, снизу – при минимальном значении фактора)

2.5. Экологические шкалы

Характеристика экологии видов растений путем прямого измерения факторов среды – процесс трудоемкий, а часто невозможный. Поэтому для решения этой задачи используются экологические шкалы – количественные оценки отношения видов растений к экологическим факторам на основе учета положения этих видов в экологических рядах. Экологический ряд – это последовательность видов, упорядоченных вдоль градиента конкретного экологического фактора.

Разработаны экологические шкалы оптимумные, по которым оцениваются экологические оптимумы видов (например, экологические шкалы Х. Элленберга и Э. Ландольта), и амплитудные, показывающие диапазоны распределения вида на градиентах факторов среды (экологические шкалы Л.Г. Раменского).

Экологические шкалы широко используются в флористических и геоботанических исследованиях. По ним проводится оценка экологии отдельных видов, выделение экологических групп видов и характеризуется экология растительных сообществ.

Оценка условий среды по экологическим шкалам в настоящее время проводится с использованием компьютерных программ и баз данных, которые включают экологические оценки видов.

2.5.1. Экологические шкалы Л.Г. Раменского

Эти шкалы амплитудные, они показывают диапазоны распределения видов («от» и «до») на градиентах экологических факторов. Оцениваются распределения видов при разном проективном покрытии по факторам: увлажнение, богатство почвы, пастбищная дигрессия, аллювиальность и переменность увлажнения.

Использовано пять градаций покрытия: m – массово (более 8%), c – обильно (2,5-8%), n – умеренно (0,3-2,5%), p – мало (0,1-0,2%), s – единично.

Методика составления шкал заключалась в следующем: подбирались экологически контрастные описания, представляющие заведомо различные градации по одному фактору, и между ними помещались промежуточные описания до тех пор, пока картина изменения флористического состава по осям факторов не становилась континуальной. Далее на этих градиентах факторов устанавливались диапазоны распределения видов при разном обилии.

Для Европейской части СССР шкалы были составлены на основе 20 тысяч геоботанических описаний для 1400 растений. Эта титаническая работа (компьютеров в то время еще не было, и вся обработка выполнялась вручную) была проведена в 1940-е гг., но опубликовать шкалы удалось лишь в 1956 г. уже после смерти Л.Г. Раменского.

Количество градаций (ступеней) по пяти факторам следующее: увлажнение – 120; богатство и засоление почвы – 30; переменность водного режима – 20; аллювиальность – 10; пастбищная дигрессия – 10.

Для некоторых видов диапазон распределения указан не при всех показателях покрытия и, кроме того, для фактора «аллювиальность» указаны только верхние значения диапазона распределения видов.

Пример экологической характеристики вида по шкалам Л.Г. Раменского приведен в табл. 5.

Таблица 5

Характеристика экологии *Alopecurus pratensis* по шкалам Л.Г. Раменского

Шкалы	Степень обилия (проективное покрытие)				
	массово, более 8%	**обильно, 2,5-8%**	**умеренно, 0,3-2,5**	**мало, 0,1-0,2%**	**единично**
Увлажнение	66-77	61-84	54-87	53-89	-95
Богатство почвы	12-17	10-18	9-29	8-21	7-23
Пастбищная дигрессия	1-2	1-5	1.7	1-8	1-9
Переменность увлажнения	10-15	-	9-17	6-18	-
Аллювиальность	-8	-9	1-10	1-10	-

Шкалы могут использоваться для выделения экологических групп видов.

Использование шкал для выделения экологических групп видов по увлажнению. По оси увлажнения Раменский объединил 120 ступеней в 12 более крупных градаций, по приуроченности к которым несложно выделить следующие экологические группы:

1-17 – отражают пустынное увлажнение, при котором растения испытывают крайний недостаток влаги в почве (гиперксерофиты);

18-30 – полупустынное увлажнение, близкое к пустынному, но годовое количество осадков возрастает до 250 мм (пустынно-степное, гиперксерофиты);

31-39 – сухостепное, годовое количество осадков возрастает до 300 мм, господствуют злаки – типчак, ковыль Лессинга и др. (ксерофиты);

40-46 – увлажнение средне степное (мезоксерофиты);

47-52 – лугово-степное, или влажно-степное увлажнение (ксеромезофиты);

53-63 – увлажнение сухих и свежих лугов и лесов (мезофиты);

64-76 – влажно-луговое увлажнение высокоурожайных сенокосных лугов (гигромезофиты);

77-88 – сыролуговое увлажнение сильно сырых лугов и лесов (гигромезофиты);

89-93 – болотно-луговое увлажнение болотистых лугов и лесов (мезогигрофиты);

94-103 – болотное увлажнение (гигрофиты);

104-109 – местообитания прибрежно-водной растительности (гигрогидрофиты);

110-120 – местообитания водной растительности (гидрофиты).

На рис. 6 показаны диапазоны распределения 10 видов трав по фактору увлажнения, а на рис. 7 – экологические ареалы трех видов при разном покрытии по факторам увлажнения и богатства почвы.

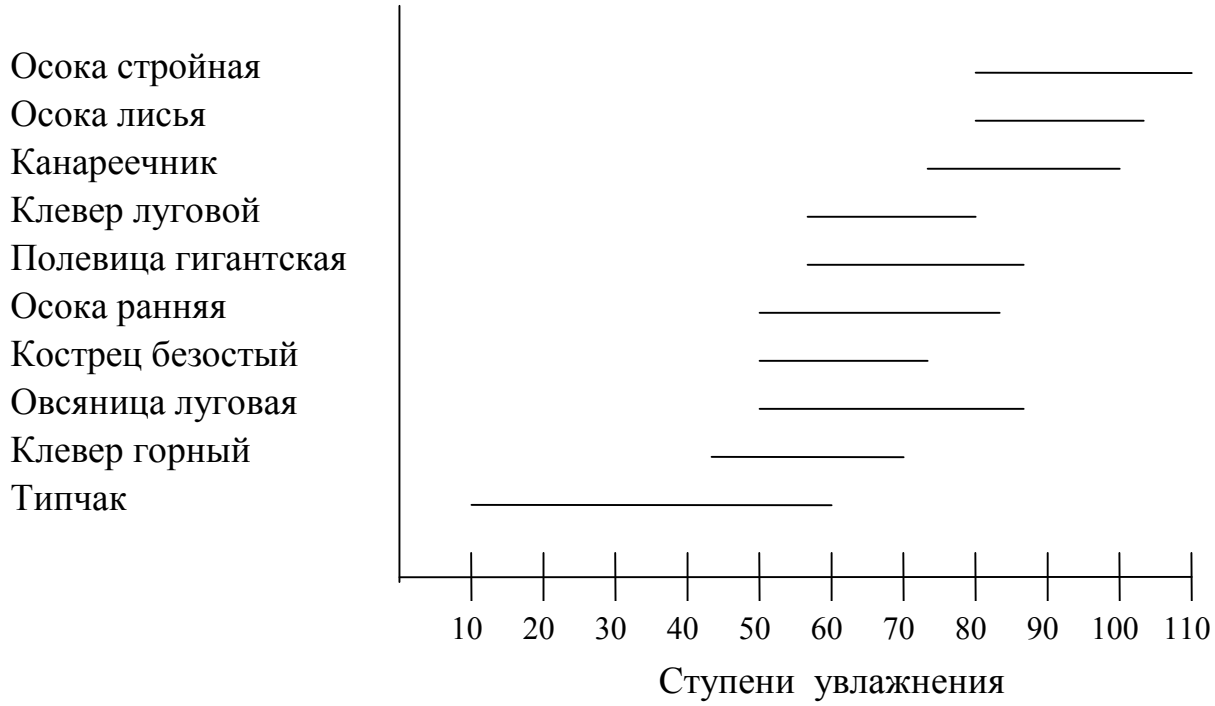


Рис. 6. Диапазон распределения десяти видов трав по градиенту увлажнения (при покрытии 8-2,5%)

Рисунок 6 иллюстрирует следующие экологические закономерности:

1) вдоль градиента увлажнения происходит смена видов влажных лугов (осока стройная – *Carex gracilis*, осока лисья – *C. vulpina*, канареечник тростниковидный – *Phalaroides arundinacea*) видами настоящих лугов (клевер луговой – *Trifolium pratense*, овсяница луговая – *Festuca pratensis*) и остепненных лугов (клевер горный – *Trifolium montanum*, типчак – *Festuca valesiaca*);

2) при уменьшении обилия расширяется экологическая амплитуда вида;

3) экологические ареалы распределения видов по градиентам факторов среды могут налагаться друг на друга при невысоком обилии, но оказываются разомкнутыми при высоком обилии.

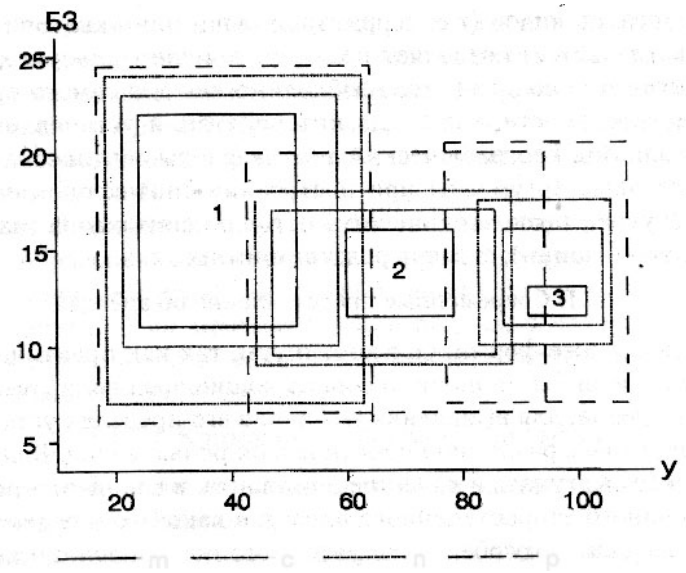


Рис. 7. Экологические ареалы трех видов по отношению к факторам увлажнения (У) и богатства почвы (БЗ): 1 – *Festuca valesiaca;* 2 – *Festuca pratensis;* 3 – *Carex vulpina*

2.5.2. Экологические шкалы Х. Элленберга

Эти оптимумные шкалы разработаны для растительности Центральной Европы, однако, как показал А.Д. Булохов (2004), они могут успешно использоваться при изучении растительности Европейской части России.

Шкалы Г. Элленберга (1913–1997) позволяют оценивать отношение видов (и растительных сообществ) к шести факторам среды:

шкала светочувствительности (световое число, С) – 9 градаций;

шкала теплолюбивости (температурное число, Т) – 9 градаций;

шкала океаничности (континентальности, ОК) – 9 градаций;

шкала влажности (В) – 12 градаций;

шкала кислотности почвы (К) – 9 градаций;

шкала обеспеченности почвы минеральным азотом (N) – 9 градаций.

В табл. 6 приведена характеристика некоторых видов трав по отношению к четырем факторам среды. Наиболее наглядны данные таблицы, показывающие отношение видов к фактору увлажнения. По этому фактору хорошо дифференцируются виды влажных лугов, имеющих оценки 6-8 (*Alopecurus pratensis*, *Bidens cernua*, *Caltha palustris*, *Carex acuta*, *Phalaroides arundinacea*), и виды сухих местообитаний с оценками 3-4 (*Melilotus alba*, *Trifolium montanum*, *Thalictrum minus*, *Cichorium inthybus*, *Amaranthus retroflexus*).

Таблица 6

Характеристика некоторых видов травянистых растений по шкалам Х. Элленберга (С – световое число, В – увлажнение, К – кислотность, N –обеспечение почвы азотом; по: Булохов, 2004)

Вид	Шкала			
	С	**В**	**К**	**N**
Alopecurus pratensis	6	6	6	7
Amaranthus retroflexus	8	4	7	7
Artemisia absinthium	9	4	7	8
Bidens cernua	8	9	7	9
Bromopsis inermis	8	4	8	5
Caltha palustris	7	9	–	6
Carex acuta	7	9	6	4
Cichorium inthybus	9	4	8	5
Deshampsia caespitosa	6	7	–	3
Koeleria delavignei	8	6	7	5
Melilotus alba	9	3	7	4
Phalaroides arundinacea	7	8	7	7
Trifolium montanum	8	3	8	2
Thalictrum minus	6	3	8	3
Oxalis acetosella	1	5	4	6

2.6. Типы ареалов

Важной экологической характеристикой вида является тип его географического ареала, т.е. территории, на которой он распространен. Очевидно, что виды с ареалами, лежащими в степной и пустынной зонах, будут ксерофитами или галофитами, в зоне широколиственных лесов – мезофитами, а в тундровой зоне – ацидофилами и олиготрофами с коротким сроком вегетации. В то же время у видов экстразональных местообитаний (водных макрофитов) или синантропных видов (зависящих от деятельности человека) ареалы будут охватывать несколько природных зон.

Ареалы видов различаются по размеру и структуре (рис. 8), а также по положению на градиентах широтной зональности и континентальности (удаленности от океана).

Космополитные ареалы, часто охватывающие несколько материков и природных зон, характерны для водных макрофитов, сорных полевых видов, рудеральных растений.

Виды с эндемичными ареалами, площадь которых может составлять всего несколько десятков квадратных километров, чаще связаны с отдельными горными системами.

Сплошные ареалы чаще характерны для видов равнинных территорий, дизъюнктивные – для видов, растущих в горах. Причиной формирования дизъюнктивных ареалов может быть также и хозяйственная деятельность

человека, под влиянием которой происходит утеря части местообитаний видов.

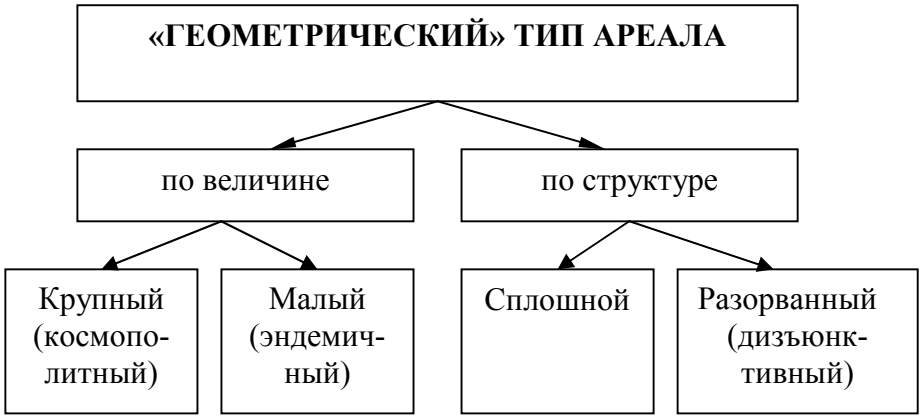


Рис. 8. «Геометрические» типы ареалов

Ареалы видов индивидуальны, и потому их географические типы устанавливаются с большей или меньшей степенью условности. Эти типы ареалов устанавливаются по положению видов на осях широтности, долготности и высоты над уровнем моря. Б.А. Юрцев назвал эти оси биогеографическими координатами вида.

По географической характеристике виды растений различаются следующим образом.

Типы ареалов по широте:
- арктический;
- бореальный;
- неморальный;
- степной;
- пустынный;
- плюризональный.

Типы ареалов по долготе:
- западноевропейский;
- центральноевропейский;
- восточноевропейский;
- евросибирский;
- дальневосточный;
- плюрирегиональный.

Типы ареалов по высоте над уровнем моря:
- равнинный;
- субмонтанный;
- монтанный.

Тип ареала, устанавливаемый по двум биогеографическим координатам, называется географическим элементом (геоэлементом). Масштаб выделения геоэлементов зависит от величины района исследования. Чем больше территория, тем в более крупном масштабе устанавливаются геоэлементы.

Г. Вальтер для анализа европейской флоры использовал всего восемь типов геоэлементов: арктический, бореальный, среднеевропейский, атлантический, средиземноморский, понтический (объединяет виды восточноевропейских степей), южносибирский и турано-центральный.

На рис. 9-11 показаны ареалы космополитного рода росянка (*Drosera*), неморального вида копытень европейский (*Asarum europaeum*) и понтического (степного) вида адонис весенний (*Adonis vernalis*).

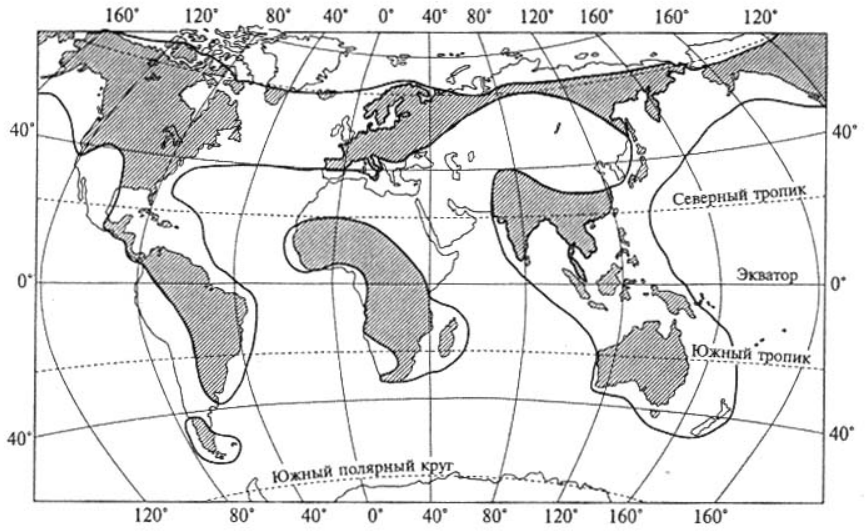


Рис. 9.
Космополитный ареал рода *Drosera*

Виды рода *Drosera* (рис. 9) встречаются на всех континентах. По оси долготности *Asarum europaeum* (рис. 10) и *Adonis vernalis* (рис. 11) являются европейскими, их ареал охватывает Центральную и Восточную Европу. *Adonis vernalis*, кроме того, заходит в западную Сибирь.

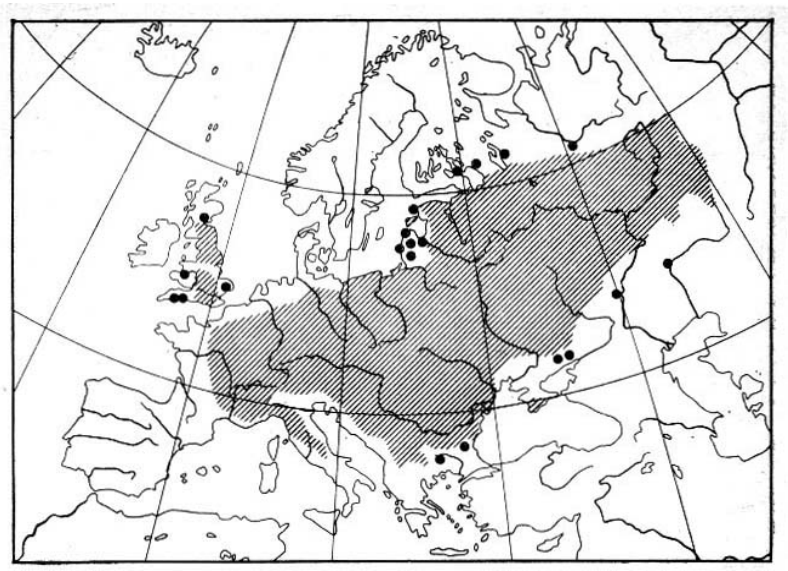


Рис. 10.
Ареал неморального вида
Asarum europaeum

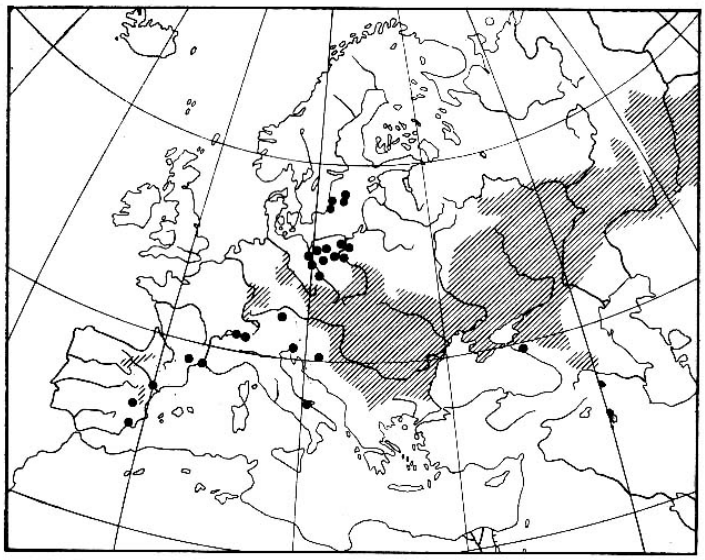


Рис. 11.
Ареал понтического (степного) вида
Adonis vernalis

Эндемик Южного Урала родиола иремельская (*Rhodiola iremelica*) обнаружен всего в четырех точках высокогорий Башкортостана. Этот вид испытывает высокую антропогенную нагрузку как ценное лекарственное растение и включен в Красную книгу Республики Башкортостан.

Вопросы для контроля усвоения материала главы 2

1. Расскажите о классификации факторов среды.
2. Что такое «лимитирующий фактор»?
3. Приведите пример комплексного градиента.
4. Охарактеризуйте типы жизненных форм растений по системе К. Раункиера.
5. Приведите примеры жизненных форм травяных растений по системе И.Г. Серебрякова.
6. Расскажите об экологических группах растений по отношению к фактору увлажнения.
7. Расскажите о разнообразии типов ареалов видов растений.

ГЛАВА 3. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОПУЛЯЦИЙ РАСТЕНИЙ

Популяция растений – это совокупность особей одного вида растений в пределах территории с однородными экологическими условиями (чаще всего в пределах одного растительного сообщества).

Учение о популяциях растений развивалось во второй половине XX в., значительный вклад в него внесли Т.А. Работнов, Д. Харпер (D. Harper), А.А. Уранов, Ю.А. Злобин, О.В. Смирнова, Л.Б. Заугольнова и др. (рис. 12).

Дж. Харпер (г.р. 1930) **Ю.А. Злобин (г.р. 1932)**

Рис. 12. Ключевые фигуры популяционной экологии растений

3.1. Основные отличия популяций растений от популяций животных

Популяции растений и животных существенно различаются по многим признакам (Злобин, 2009).

Способность к движению. Большинство животных подвижно и может перемещаться в поисках пищи или в целях защиты от хищников. Растения – малоподвижны и могут перемещаться лишь за счет роста вегетативных органов (корневищ, ползучих побегов и др.).

Механизмы поддержания устойчивости популяций. У животных большую роль играют миграции особей, которые могут покидать данную популяцию или, напротив, внедряться в нее. У растений эту роль играет семенное и вегетативное размножение.

Реагирование на стресс. Под влиянием стресса у животных меняется поведение, они могут переселяться в другие места, избегая стрессовых ситуаций. Растения реагируют на стресс за счет физиологических приспособлений (изменения интенсивности фотосинтеза, транспирации), а также изменения размеров.

3.2. Основные параметры оценки популяций растений

Популяции растений характеризуются следующими параметрами:

- размер занимаемой площади (популяционным полем);
- численность (общие число особей в популяции);
- плотность (количество особей на единице площади);
- фитомасса (суммарный вес особей популяции);
- горизонтальная структура (характер распределения в пространстве; рис. 13).

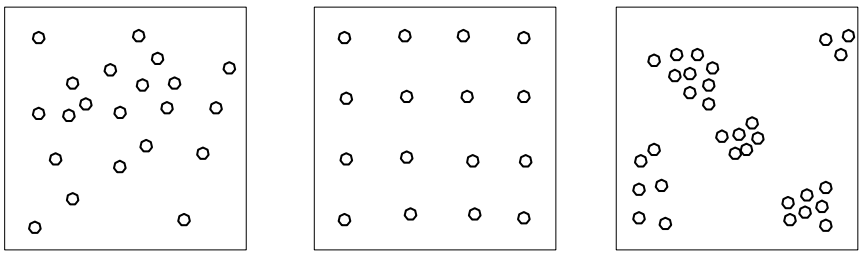


Рис. 13. Основные типы популяций по характеру распределения в пространстве: а – случайное, б – равномерное, в – контагиозное

Размер популяции является результатом взаимодействия ее биотического потенциала и сопротивления среды (рис. 14).

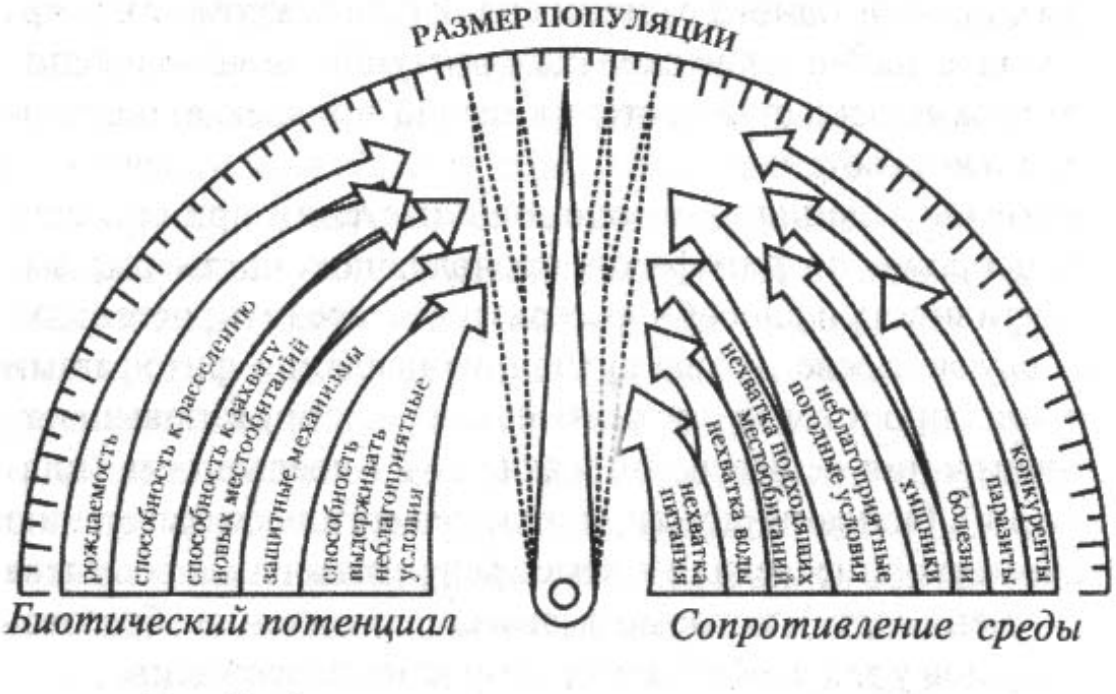


Рис. 14. Факторы, влияющие на размер популяции

У **клоновых растений**, размножающихся вегетативно, выделение особей растений затруднительно, и потому все параметры популяции оцениваются по вегетативным побегам, которые называются раметами (особи семенного происхождения называются генетами).

Клоновый характер популяций растений дает им целый комплекс преимуществ выживания (высокая конкурентная способность, устойчивость в составе растительных сообществ). Особенно выгодно сочетание вегетативного размножения и способности формировать клоны с генеративным размножением. Именно поэтому такие виды, как бодяк полевой (*Cirsium arvense*), пырей ползучий (*Elytrigia repens*) и им подобные, имеют обширные ареалы с высокой плотностью популяций. Диаметр клонов может составлять 250 м (у плауна *Lycopodium complanatum*), 489 м (у папоротника *Pteridium aquilinum*) и даже 880 м (у бухарника *Holcus mollis*), а продолжительность существования до 1000–1500 лет (Злобин, 2009).

3.3. Регулирование уровня конкуренции в популяции

С плотностью популяций связан уровень конкуренции, которая является основным типом отношений особей, составляющих популяцию. Конкуренция имеет тенденцию к снижению под действием двух основных механизмов.

Самоизреживание популяции. Этот тип саморегуляции представлен у деревьев. Он происходит под влиянием асимметричной конкуренции и конкурентного исключения слабых особей. По А.П. Шенникову (1964), «конечная» плотность спелого древостоя в хороших условиях (класс бонитета I) составляет у ели – 724, у сосны – 470, у дуба – 309 деревьев на 1 га. Однако при худших условиях (классы бонитет IV-V) количество деревьев резко увеличивается и составляет, соответственно, 2095, 1310, 778.

Миниатюризация размера особей (за счет их пластичности). Этот тип саморегуляции представлен у однолетних растений, снижение уровня конкуренции между которыми происходит за счет уменьшения размера особей. Например, растения, мари белой (*Chenopodium album*), в популяции с низкой плотностью могут быть «великанами» высотой до 1,5 м, но при высокой плотности популяции их высота может составлять несколько сантиметров (рис. 15).

Промежуточный тип саморегуляции. В популяции одновременно снижается плотность и уменьшается размер особей. Представлен у травяных многолетников и культурных злаков.

Резервные фонды популяции. Большую роль в поддержании плотности популяций играют резервные фонды: почвенные банки семян и банки проростков.

Почвенные банки семян. Накопение семян в почве – составляющая жизненной стратегии эксплерентов (семена могут сохраняться десятки и даже сотни лет). У видов других стратегий почвенные банки семян, как

правило, не формируются. «Рекордные» банки семян – у сегетальных сорных видов (см. раздел 7.8): счет захороненных семян идет на миллионы и десятки миллионов и может достигать 1 млрд на 1 га (для сравнения, количество зерновок пшеницы, высеваемых на 1 га, в среднем составляет 6 млн шт.);

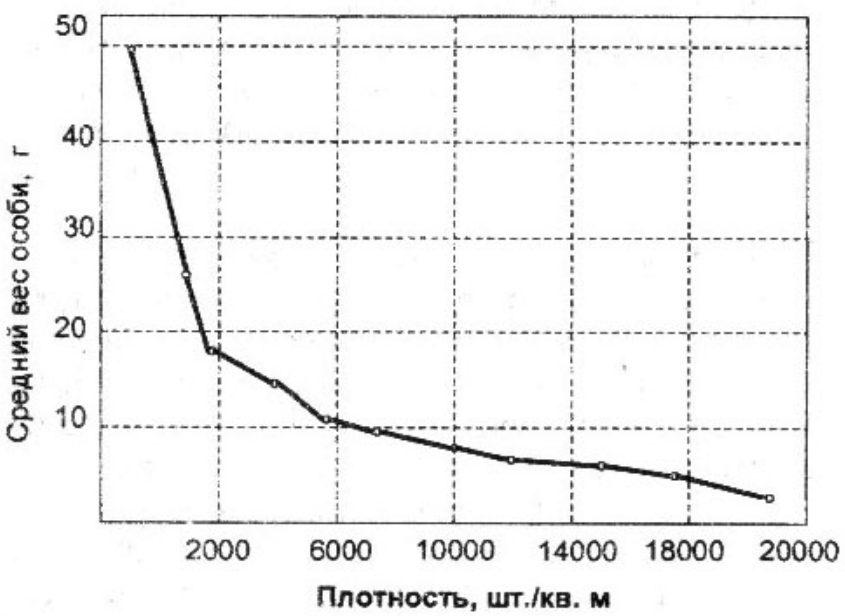


Рис. 15. Зависимость веса особей мари белой от плотности популяции

Банки проростков. Своеобразным экологическим резервом популяций растений являются банки проростков. Они характерны для многих видов тропических деревьев, а также некоторых видов древесных пород средней полосы, например, дуба и ели, проростки которых называются «торчками». Проростки длительное время сохраняют жизнеспособность под пологом древостоя. После возникновения «окон» в древостое ростовые процессы «торчков» активизируются, и из них формируются полноценные деревья.

3.4. Гетерогенность популяций

Каждая популяция растений состоит из особей, различающихся между собой по многим признакам и свойствам. Это позволяет популяции более полно использовать ресурсы среды и повышает ее устойчивость к влиянию неблагоприятных факторов.

Различают следующие типы внутрипопуляционного разнообразия растений.

Возрастной состав. Возрастной состав позволяет оценивать сукцессионный статус популяции: обилие молодых особей свидетельствует о внедрении популяции вида в сообщество, преобладание старых особей – об угасании популяции, сходная представленность молодых, взрослых и стареющих особей разного возраста – об устойчивости популяции.

Выявление разнообразия особей популяции по возрасту сравнительно легко осуществляется у древесных растений. У травянистых растений определение абсолютного возраста сопряжено с возможными ошибками.

Онтогенетический состав. Разнообразие особей по онтогенетическому состоянию (стадии жизненного цикла) чаще всего выявляется в популяциях травянистых растений, определение абсолютного возраста которых представляет трудности. Однако онтогенетический спектр может быть построен и для популяций древесных растений. Зарубежные авторы выделяют не более четырех онтогенетических состояний, российские – более десяти (табл. 7).

Таблица 7

Периодизация онтогенеза цветковых растений (по Л.А. Жуковой)

Онтогенетический период	Онтогенетическое состояние растений	Условное обозначение
Латентный	Семена	Sm
Предгенеративный	Проростки	P
	Ювенильные	J
	Имматурные	Im
	Виргинильные	V
Генеративный	Молодые генеративные	g_1
	Средние генеративные	g_2
	Старые генеративные	g_3
Постгенеративный	Субсенильные	Ss
	Сенильные	S
	Полностью отмершие	Sc

По соотношению численности особей разного онтогенетического состояния различаются популяции (табл. 8):

– инвазионные (преобладают молодые особи);

– нормальные (представлены особи всех онтогенетических состояний);

– регрессивные популяции (преобладают старые особи – сенильные и субсенильные).

Таблица 8

Классификация популяций по характеру онтогенетического спектра

Онтогенетическое состояние особей	Категория ценопопуляции		
	Инвазионная	Нормальная	Регрессивная
Предгенеративные	+++	+	–
Генеративные	+	+++	+
Постгенеративные	–	+	+++

Виталитетный состав. Разнообразие особей по уровню их развития (виталитету) является самым простым приемом оценки состояния популяций (Злобин, 2009). По соотношению участия особей разного уровня развития,

который обычно оценивается по их фитомассе, различаются процветающие, равновесные и депрессивные популяции (рис. 16).

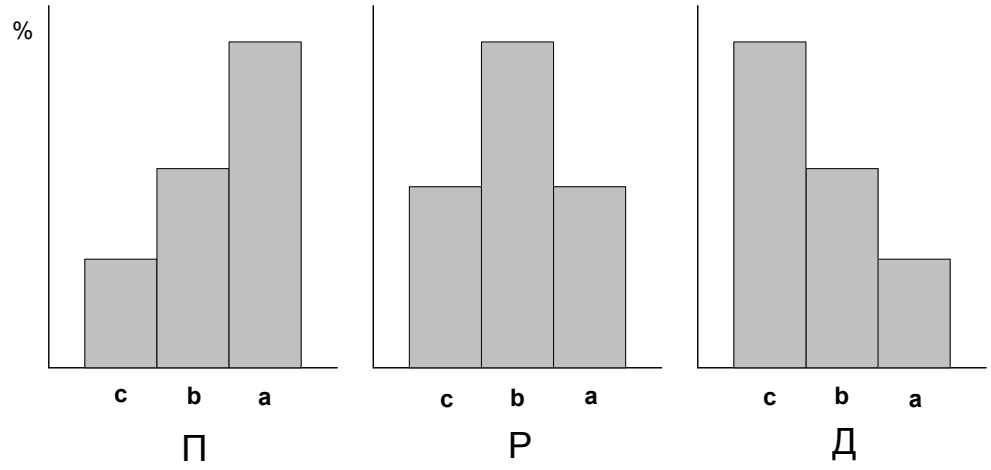


Рис. 16. Модельные спектры виталитетного состава популяций растений. П – процветающие, Р – равновесные, Д – депрессивные популяции; a – крупные особи, b – особи среднего размера, c – мелкие особи (по Ю.А. Злобину)

Гендерный состав. В популяциях двудомных растений в разных условиях наблюдается разное соотношение полов. Как правило, при ухудшении условий возрастает доля мужских особей, так как цена репродукции у мужских и женских растений разная. Женским растениям репродуктивный процесс обходится дороже, поскольку они тратят органические вещества на формирование цветков, образование семян (часто с достаточно большим количеством запасных питательных веществ) и плодов. Мужские растения затрачивают на репродуктивный процесс меньше продуктов фотосинтеза – только на формирование цветков и пыльцы. Поэтому в неоптимальных условиях произрастания мужские особи оказываются более адаптированными, чем женские, соответственно и доля их в популяциях оказывается выше.

Генетическая структура. В составе популяций присутствуют разные генетические клоны и экотипы (генетические различающиеся экологические варианты видов), что способствует повышению устойчивости популяций.

Разные экотипы могут различаться по фенологической ритмике (зацветать раньше или позже), устойчивости к неблагоприятным климатическим условиям года (например, засухе), к патогенам и т.д. В итоге генетически гетерогенная популяция оказывается более устойчивой, чем состоящая из генетически идентичных особей. В разные годы ее «выручают» разные экотипы.

Кроме того, генетическое разнообразие популяции способствует расширению ее экологической ниши.

В заключение обсуждения вопросов популяционной экологии растений охарактеризуем два важных популяционных параметра,

которые используются в системе рационального использования и охраны растений на популяционном уровне:

МЖП – минимальная жизненная популяция (число особей в популяции, обеспечивающее ее длительное сохранение). В тех случаях, когда число особей ниже МЖП, необходимы специальные меры охраны популяции (например, запрет ее использования как источника лекарственных ресурсов);

МДУ – максимально допустимый урожай (количество фитомассы растений, которая может быть изъята без риска истощения популяции). Этот показатель используется при планировании норм заготовки ресурсных растений.

Вопросы для контроля усвоения материала главы 3

1. Перечислите основные отличия популяций растений от популяций животных.
2. Какие показатели используются для оценки размера популяции?
3. Приведите пример самоизреживания популяции.
4. Расскажите об экологическом значении миниатюризации особей популяции.
5. Охарактеризуйте основные резервные фонды популяций.
6. Перечислите типы гетерогенности популяций.
7. Расскажите о типах популяций по отногенетическому спектру.
8. Как влияют экологические условия на гендерный состав популяций?
9. Расскажите об экологическом значении генетической структуры популяции.

ГЛАВА 4. ВЗАИМНЫЕ ОТНОШЕНИЯ МЕЖДУ РАСТЕНИЯМИ В РАСТИТЕЛЬНОМ СООБЩЕСТВЕ

В этой главе рассматриваются различные типы взаимных отношений растений в растительных сообществах. С самого начала отметим, что в естественных растительных сообществах любые взаимные отношения видов способствуют поддержанию экологического равновесия. Это достигается за счет разнообразных синергий, которые усиливают положительные и смягчают отрицательные взаимные отношения. «Полезных» и «вредных» отношений между видами в природных растительных сообществах не бывает.

4.1. Роль взаимных отношений видов в растительных сообществах разных моделей организации

По современным представлениям (Миркин, Наумова, 2012) «растительное сообщество» – это родовое понятие, которое объединяет несколько типов растительных сообществ разных моделей организации (табл. 9).

Таблица 9

Модели организации растительных сообществ

Модель	Вклад факторов организации				Примеры
	экотоп	взаимные отноше-ния растений	влияние гетеро-трофов	влияние нарушений	
Абиотическая S-модель	+++	+	+	+	Пустыни, сообщества макрофитов
Биотическая S-модель	+	+++	+	+	Верховые болота
C-S-модель	+++	+++	+	+	Леса умеренных широт
G-B-модель	+++	++	+++	++	Степи, прерии, саванны
C-R-S-модель	+++	++	+	++	Послелесные луга
R-модель	++	+	+	+++	Рудеральные и сегетальные сообщества

Примечание: В названиях моделей использованы аббревиатуры типов стратегий растений (см. главу 7); количеством плюсов показана величина вклада фактора.

Вклад взаимных отношений растений в формирование этих сообществ различается.

Абиотическая S-модель представляет сообщества патиентов экстремальных условий. В таких сообществах практически нет конкуренции и других вариантов взаимных отношений видов, каждый из входящих в их состав видов подчиняется лишь собственным генетически предопределенным популяционным закономерностям.

Биотическая S-модель. Этой модели соответствуют сообщества верховых болот, где крайняя олиготрофность и низкие значения реакции среды «почвенного раствора» связаны со средообразующей деятельностью сфагнового мха – главного эдификатора-ценозообразователя. Конкуренции в таких сообществах практически нет, взаимные отношения представлены неконкурентным средообразованием. Сфагновый мох влияет на прочие виды растительного сообщества, но и сам испытывает влияние сосудистых растений, которые затеняют его и иссушают поверхностный слой мохового субстрата.

C-S-модель – это лесные сообщества, в которых сочетаются виоленты-деревья, оказывающие сильное средообразующее влияние на виды напочвенного покрова, и патиенты – травы, кустарнички, мхи и лишайники. Отношения конкуренции складываются между видами одного яруса: между деревьями или между травами.

G-B-модель – это растительные сообщества экосистем степей и саванн, где особенно важную роль играют крупные животные-фитофаги. (Модель названа по первым буквам слов «grazer» и «brouser», соответственно, травоядных и веткоядных животных.) Роль взаимных отношений, в первую очередь конкуренции, достаточно велика. При уменьшении влияния фитофагов эти сообщества деградируют: саванна замещается ксерофильным редколесьем, а степи – сообществами степных кустарников.

C-R-S-модель – это сообщества вторичных послелесных лугов, для которых умеренное нарушение является обязательным фактором поддержания стабильности. Роль конкуренции достаточно высокая. При отсутствии нарушений луга зарастают лесом и переходят в C-S-модель.

R-модель – это сообщества эксплерентов-малолетников, обязательным условием существования которых являются повторяющиеся нарушения, причем нарушение становится нормальным и облигатным фактором их существования. Кроме сегетальных сообществ и рудеральных группировок первых стадий вторичных сукцессии, к сообществам с этим типом организации можно отнести начальные стадии первичных сукцессий на каменистых осыпях. Роль взаимных отношений в таких сообществах невелика, причем они могут иметь характер благоприятствования.

Таким образом, в растительных сообществах разных моделей организации вклад разных типов взаимных отношений видов различается. Роль средообразования особенно велика в сообществах биотической S-

модели и C-S-модели, в которых имеются сильные эдификаторы. В сообществах остальных моделей преобладают отношения конкуренции.

Описанные модели в соответствии с парадигмой континуума растительного покрова связаны переходами.

4.2. Конкуренция

Конкуренция – это соревнование растений разных видов за потребление ресурсов, количество которых лимитировано. Конкуренция является одним из важных факторов сосуществования видов в растительном сообществе.

4.2.1. Общие представления о конкуренции видов в растительных сообществах

В многовидовых сообществах конкуренция носит диффузный характер, т.е. много видов одновременно конкурируют за один или несколько факторов среды (пар «дуэлянтов» не образуется, ситуация напоминает переполненный автобус, в котором пассажиры толкают друг друга). Рассмотрим основные положения современной концепции конкуренции видов в растительном сообществе.

Фитогенное поле. Конкурентное влияние каждого растения на соседей распространяется в пределах его фитогенного поля – области влияния растения на среду. Это понятие было предложено А.А. Урановым (1901–1974). Размер фитогенного поля и степень влияния на среду обитания зависят от вида растения, размера особи, ее жизненного и возрастного состояния. Размеры фитогенных полей по радиусу у трав измеряются в сантиметрах, у деревьев достигают нескольких метров. Влияние растения в пределах своего фитогенного поля убывает от центра к периферии.

Главный комплексный градиент конкуренции. Крупный современный американский эколог растений Д. Тилман (Tilman, 1982, 1986) сформулировал представление о главном комплексном градиенте конкуренции, объединяющем обеспечение растений светом и факторами почвенного питания (рис. 17).

На полюсе градиента в условиях богатых почв формируются густые растительные сообщества, в которых растения конкурируют в основном за свет (например, в широколиственных лесах, в высокотравных продуктивных пойменных лугах и прибрежно-водных сообществах). На другом полюсе при высокой обеспеченности светом и дефиците ресурсов почвы (влаги, элементов минерального питания) растения конкурируют за почвенные ресурсы, в первую очередь за воду. При крайней неблагоприятности условий почвенной среды, например, в аридных пустынях, конкуренция между растениями может вообще отсутствовать. В центральной части градиента растения конкурируют и за свет, и за почвенные ресурсы (например, в луговых и степных сообществах).

Рис. 17. Основной комплексный градиент конкуренции (по Д. Тилману, с дополнениями)

Типы конкуренции. Конкуренция видов может быть симметричной – конкуренты взаимоограничивают потребление ресурсов примерно одинаково или асимметричной – один вид оказывает на другой бóльшее влияние.

Пример симметричной конкуренции – взаимоотношения доминантов-деревьев: дуба черешчатого (*Quercus robur*), клена остролистного (*Acer platanoides*), липы (*Tilia cordata*).

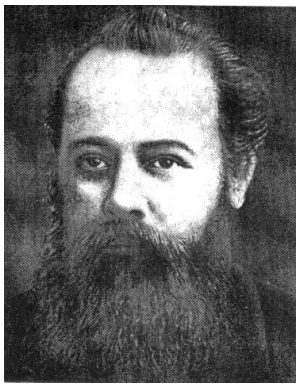
Пример асимметричной конкуренции – режим отношений в сообществах влажных лугов на бедных почвах. Сильный доминант этих лугов щучка дернистая (*Deschampsia caespitosa*) оказывает бóльшее влияние на единично представленные виды – лабазник вязолистный (*Filipendula ulmaria*), лютик ползучий (*Ranunculus repens*), чем эти виды – на щучку. Асимметричная конкуренция может усиливаться во времени и приводить к конкурентному исключению одного из видов (проявление принципа Г.Ф. Гаузе[1]).

Как уже отмечалось, конкуренция в растительных сообществах чаще всего бывает диффузной.

Конкурентная мощность вида. Способность вида растений захватывать и удерживать ресурсы при конкуренции в растительном сообществе называется конкурентной мощностью, или виолентностью (см. раздел 7.3.1). Конкурентная мощность вида определяется его генетическими особенностями и условиями среды. Наибольшая конкурентная мощность проявляется в оптимальных для вида условиях среды.

[1] Г.Ф. Гаузе (1910-1986) – российский ученый-эколог. Сформулированный им принцип звучит так: два вида не могут сосуществовать в одной экологической нише, один из них в ходе конкуренции должен выпасть из сообщества.

В начале XX в. о роли условий среды в определении конкурентной мощности видов растений писал выдающийся русский лесовод Г.Ф. Морозов (1867–1920).



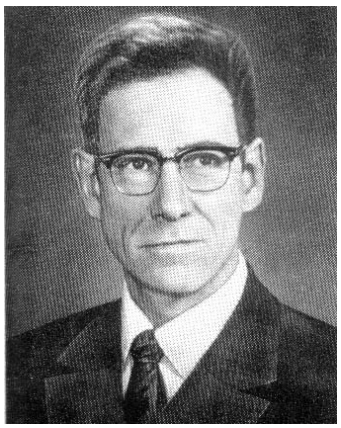
Г.Ф. Морозов подчеркивал, что сложная «социологическая» жизнь леса протекает на фоне влияния географического фактора (климата и почвы), по этой причине абсолютных конкурентно мощных видов быть не может: «Что растет быстрее: дуб или бук? Ответ на этот вопрос может быть дан только в приложении к определенным почвенным или климатическим условиям; там, где они сочетаются наилучшим образом для дуба, последний будет иметь превосходство перед буком; так же, где, наоборот, условия будут наиболее подходящими для бука, последний получит перевес над дубом» (2004, с. 41-42).

Зависимость конкурентной мощности вида от экологических условий осложняет подбор видов для устойчивых поликультур многолетних трав (травосмесей). В разных экологических условиях (тип почвы, количество осадков, норма удобрений) конкурентная мощность видов высеваемых многолетних трав будет различаться.

4.2.2. Синергии смягчения остроты конкуренции в растительных сообществах

Отношения конкуренции – антагонистические, однако конкурирующие виды устойчиво сосуществуют благодаря синергиям, которые реализуются в двух вариантах: расхождение растений по разным экологическим нишам и в соответствии с моделью нейтральности.

Расхождение видов растений по разным экологическим нишам



В обоснование роли этого фактора большой вклад внес крупный американский эколог Р.Х. Уиттекер (1920–1980). Он считал, что расхождение видов по разным экологическим нишам является главным фактором снижения конкуренции в растительных сообществах (Уиттекер, 1980).

Экологические ниши растений (см. главу 6) различаются по характеру распределения корневых систем в почве, отношению к освещенности (в лесу

растения разных ярусов довольствуются разным количеством света), времени вегетации (различаются ритмы сезонного развития). Разные виды насекомоопыляемых растений обслуживаются разными видами опылителей. Благодаря различиям экологических ниш видов растений в растительном сообществе снижается конкуренция. Чем больше различаются экологические ниши видов, тем слабее конкуренция между ними и они успешнее сосуществуют.

Яркий пример дифференциации экологических ниш видов растений по глубине проникновения корней наблюдается в солонцеватых степях. В верхнем надсолонцовом слое почвы расположены корни растений-гликофитов (типчака – *Festuca valesiaca*, ковылей, степного разнотравья и бобовых), а в солонцовом горизонте – корни галофитов, таких, как виды рода кермек (*Limonium*) или полынь Лерха (*Artemisia lerchiana*). В пустыне Гоби описаны редкие сообщества, в которых совместно произрастают саксаул (*Haloxylon ammodendron*) и тростник (*Phragmites australis*). Тростник, имеющий более глубокую корневую систему, использует грунтовые воды, недоступные саксаулу, корни которого расположены в менее глубоких горизонтах почвы.

В высокогорьях Кавказа изучены сообщества пустошей, в которых лишайники занимают самый верхний слой почвы и используют как источник воды и элементов минерального питания атмосферные осадки. В более глубоких почвенных горизонтах расположена сплошная сетка из корней злаков. Таким образом, за счет дифференциации экологических ниш между лишайниками и сосудистыми растениями конкуренции нет (Онипченко, 2013).

Модель нейтральности. Этот вариант синергии был описан в начале XXI века американским экологом С.П. Хаббелом (Hubbel, 2001, 2005) и активно обсуждался российским экологом А.М. Гиляровым (1943–2013). В соответствии с моделью нейтральности высокое видовое богатство сообществ тропических лесов объясняется тем, что входящие в их состав виды эволюционировали в направлении унификации экологических и биологических особенностей. Поэтому в отношениях между ними нет победителей и побежденных, и несколько видов могут занимать одну экологическую нишу (т.е. принцип Ф. Гаузе не действует). Модель нейтральности проявляется не только в тропических лесах, но и в других богатовидовых сообществах (остепненных пойменных лугах, луговых степях и др.).

Впрочем, даже в одном растительном сообществе сосуществование видов может обеспечиваться за счет обоих вариантов синергии: доминанты могут быть дифференцированы по экологическим нишам, а виды с невысоким обилием в соответствии с моделью нейтральности сосуществуют, благодаря выравниванию их экологических потребностей.

Синергии, обеспечивающие сосуществование конкурирующих видов в растительном сообществе, иллюстрируют принцип «экономии природы»,

который был сформулирован К. Линнеем. В современной экологии этот принцип соответствует представлениям об экологическом равновесии.

4.3. Положительные взаимоотношения видов

Положительные взаимоотношения (взаимного или одностороннего благоприятствования) видов широко распространены в природе, но изучены недостаточно. Тем не менее, уже выявлено два варианта синергий при отношениях взаимного благоприятствования видов растений: диффузная и векторизованная. Диффузная синергия возникает в результате взаимодействия всех (или большинства) видов растительного сообщества, а векторизованная синергия является результатом положительного влияния одного вида на другой вид.

4.3.1.Диффузные синергии

Этот вариант синергий проявляется при благоприятных взаимных отношениях многих видов растений. Такие синергии выявляются крайне сложно и потому наименее изучены. Приведем два примера наиболее распространенных диффузных синергий.

Синергии в экстремальных условиях. Установлено, что роль положительных взаимовлияний видов возрастает в условиях, экстремальных для растительных сообществ.

Так, с повышением высоты над уровнем моря формируется комплекс экстремальных абиотических факторов среды (низкие температуры, короткий вегетационный период, сильные ветры, кислые каменистые почвы, бедные элементами минерального питания и др.). В результате и в растительных сообществах отношения конкуренции сменяются отношениями благоприятствования: совместно растениям легче переживать экстремальные условия.

Вклад положительных взаимовлияний растений может возрастать при нарушениях, так как плотный дерн, сформированный корнями многих видов, лучше противостоит разрушению субстратов.

Улучшение условий увлажнения (гидравлический лифт). В условиях пустынь глубокоукореняющиеся растения поднимают воду в приповерхностные слои, где этой водой могут пользоваться растения с неглубокой корневой системой. Причем, растения с фотосинтезом C_4 выделяют воду в почву в ночные часы, а суккуленты с фотосинтезом CAM[1] – в дневные. В настоящее время установлено более 90 видов растений, которые

[1] Экологический ряд типов фотосинтеза по отношению к фактору увлажнения включает три типа: C_3 (растения-мезофиты, хорошо обеспеченные водой), C_4 (степные ксерофиты), CAM (ксерофиты-суккуленты, которые для экономии воды открывают устьица только в ночное время, когда поглощают углекислый газ; фотосинтезируют они днем при закрытых устьицах).

способны осуществлять «гидравлический лифт» (Онипченко, 2013). Приводятся данные о том, что взрослое дерево клена сахарного (*Acer saccharum*) каждую ночь поставляет в верхние горизонты почвы 100 л воды, а акация зонтичная (*Acacia tortilis*) поднимает за ночь от 70 до 235 л воды.

4.3.2. Векторизованные синергии

Этот вариант односторонних синергий типа комменсализма (однстороннего положительного влияния одного вида растений на другой) получил название отношений растений-нянь с их подопечными. Он изучен лучше, чем диффузные синергии. Описано несколько вариантов «опеки» растениями-нянями своих подопечных.

Защита ювенильных растений («забота о малышах»). Растения-няни способствуют развитию молодых растений, которые без их помощи выжить не могут. Такой комменсализм сохраняется только до того времени, когда «малыши» повзрослеют. После этого подопечные вступают в конкуренцию со своими нянями, которые гибнут. Однако популяция нянь сохраняется за счет семенного размножения, и новые растения-няни продолжают выполнять свою роль. Рассмотрим три примера такой заботы.

Содействие росту доминантов таежных лесов. Всходы некоторых доминантов тайги, особенно ели, не выносят прямого солнечного света и могут развиться только в условиях затенения, которые создают растения-няни. В роли нянь для ели выступают виды из родов береза и ольха, а также осина. Виды растений-нянь разрастаются на вырубках и пожарищах и способствуют восстановлению первичных доминантов тайги. Формируемые растениями-нянями вторичные леса занимают большие площади. В Башкортостане они исследуются учеными Лаборатории геоботаники и охраны растительности Уфимского института биологии РАН (В.Б. Мартыненко, П.С. Широких и др.).

Няни для кактусов. В североамериканских пустынях няни из семейств сложноцветных и губоцветных создают условия для жизни ювенильных особей кактусов. Эти суккуленты обладают фотосинтезом типа САМ. Чтобы экономить воду, они открывают устьица только в ночное время, когда запасают углекислый газ, а днем фотосинтезируют при закрытых устьицах и потому не «потеют». Вследствие этого на открытом солнце кактусята гибнут из-за перегревания. Особенно страдают ювенильные особи колонновидных кактусов. Взрослые кактусы с большой фитомассой не боятся перегрева, они вступают в отношения конкуренции с нянями, вытесняя их;

Взрослые луговые растения как няни для их всходов. В луговых травостоях при отсутствии нарушений взрослые растения благоприятствуют развитию всходов, что является доказанным фактом (без наличия взрослых растений всходы луговых трав развиваются плохо).

Создание новых экологических ниш для растений. Описаны няни, создающие новые экологические ниши. Например, на болотах

кочкообразующие осоки, вейник Лангсдорфа и некоторые другие виды растений с такой же жизненной формой образуют кочки, на которых могут поселяться луговые виды-мезофиты. Нишами для поселения луговых видов растений являются и приствольные повышения вокруг стволов ольхи черной на низинных болотах.

Создание островков плодородия. Бобовые растения за счет симбиоза с азотфиксирующими микроорганизмами способны создавать на лугах островки плодородия для злаков. Установлено, что в условиях субаридного климата тропиков Мексики няни из семейства бобовых – *Cercidium praecox* и *Prosopis laevigata* – создают островки плодородия, в которых локально повышается видовое богатство растительных сообществ.

Содействие опылению. Нередко группы обильно цветущих видов растений могут содействовать опылению видов с рассеянным распространением, которые при отсутствии таких нянь могли бы быть не замечены опылителями и остаться неопыленными. Оригинальный пример такой «опеки» – содействие няни *Malpighia glabra* (семейство мальпигиевых) опылению орхидного *Oncidium cosymbephorum*. Цветки няни похожи на цветки подопечного растения, но отличаются от них бóльшей привлекательностью для опылителей, так как в них образуются маслянистые выделения.

4.4. Неконкурентное биотическое преобразование экотопа

Большую роль в организации растительных сообществ играет неконкурентное биотическое преобразование экотопа в биотоп. Биотическая трансформация возможна в разных пространственных шкалах: в мезомасштабе – для экотопа всего сообщества (и даже для многих сообществ, объединенных континуумом) и в микромасштабе – на уровне микрогруппировок и фитогенных полей.

Биотическое средообразование может быть взаимным – асимметричным (когда растения изменяют среду друг для друга неодинаково) и симметричным (когда изменения среды примерно одинаковы). Изменения условий среды могут происходить в направлении их улучшения или ухудшения.

Взаимоотношения сфагновых мхов и сосудистых растений на сфагновом болоте. Классическим примером взаимного отрицательного средообразования являются отношения сфагновых мхов и сосудистых растений на сфагновом болоте. Между сфагновыми мхами, которые отличаются неограниченным ростом вверх, и сосудистыми растениями – вересковыми (багульник – *Ledum palustre*, болотный мирт – *Chamaedaphne caliculata*, подбел узколистный – *Andromeda angustifolia*, клюква – *Oxycoccus palustre*), сосной (*Pinus sylvestis*) и некоторыми осоками – складываются отношения антагонизма без конкуренции.

Сфагновые мхи негативно влияют на сосудистые растения, так как:

– быстро повышая уровень поверхности болота, ухудшают условия воздушного питания сосудистых растений;

– сфагновый торф очень медленно минерализуется и отличается крайней бедностью элементами минерального питания и кислой реакцией;

– вследствие теплоизоляционных свойств верхнего слоя сфагнового торфа и густого мохового покрова в горизонте расположения основной массы корней сосудистых растений сохраняются низкие температуры.

Сосудистые растения болота обладают защитными реакциями от негативного влияния сфагновых мхов:

– вересковые кустарнички обладают способностью перемещать корневую систему как вверх, так и в сторону в направлении участков болота, где нарастание его поверхности происходит не столь быстро;

– у сосны формируются особые патиентные карликовые формы (например, *Pinus sylvestris* forma *pumila* Abolin).

В то же время сосудистые растения подавляют сфагновые мхи:

– за счет иссушения верхнего слоя торфа;

– затеняя их опадом листьев и хвои.

Таким образом, между сфагновыми мхами и сосудистыми растениями на болоте формируется экологическое равновесие: рост сфагновых мхов ограничивается пределами, которые позволяют выживать сосудистым растениям. В свою очередь, сосудистые растения лишь умеренно угнетают сфагновые мхи.

Влияние ели на виды напочвенного покрова. Примером одностороннего отрицательного средообразования является влияние деревьев-доминантов (эдификаторов[1]) на виды мохового и травяного ярусов. Под пологом деревьев уменьшается освещенность, повышается влажность воздуха, вследствие корневой конкуренции деревья ухудшают условия жизни видов напочвенного покрова. При разложении опада деревьев происходит обеднение почвы вследствие образования кислот, способствующих вымыванию питательных элементов в глубь почвенного слоя. Особенно активно процесс средообразования происходит в таежном лесу под пологом густых елей, так как ель является сильным эдификатором. Участие в напочвенном покрове видов с высокой патиентностью компенсирует «пагубность» этого влияния, что способствует поддержанию экологического равновесия в лесном растительном сообществе.

В заключение отметим, что часто неконкурентное биотическое преобразование экотопа дополняется конкуренцией. Например, при совместном обитании бобовых и злаковых трав бобовые улучшают обеспечение злаков азотом, но конкурируют с ними за свет и воду. Как неконкурентное биотическое преобразование экотопа могут рассматриваться многие случаи уже рассмотренного влияния растений-нянь на своих подопечных.

---

[1] Эдификатор – это фитоценотический тип растений, доминант растительного сообщества, который оказывает сильное влияние на среду и второстепенные виды. Понятие предложено В.Н. Сукачевым.

4.5. Аллелопатия

Термин «аллелопатия» предложил Г. Молиш (Molish, 1937), обозначив им влияние растений друг на друга через изменение среды в результате выделения в нее продуктов жизнедеятельности (колинов – летучих или растворенных в стекающей с листьев или омывающей корни воде веществ).

Развитие исследований аллелопатии приходится на 1950–1970-е годы (Работнов, 1998). В советской фитоценологии в это время наблюдался «аллелопатический бум» исследований аллелопатических явлений в лабораторных условиях при изоляции взаимодействующих видов от окружающей среды. Десятки исследователей в лабораторных условиях с использованием чашек Петри выявляли влияние выделений из семян одного вида на прорастание семян другого вида. Аллелопатическое влияние растений друг на друга выявлялось под стеклянными колпаками. Исследовалось влияние смывов с листьев, экстрактов из корневищ и т.д., при этом не учитывалось, что в природных условиях колины не накапливаются в тех концентрациях, которые создавались в экспериментах. Вода, ветер, буферные свойства почвы и прочие факторы резко ослабляют влияние колинов.

Т.А. Работнов (1992, 1998) считал, что влияние колинов наиболее часто проявляется при встрече в одном растительном сообществе видов, которые в природе встречаются на разных континентах. Этой же точки зрения придерживается В.Г. Онипченко (2011): «Аллелопатия ярко проявляется лишь в случае эволюционно несопряженных видов растений» (с. 119).

Так, леса из эвкалиптов в Средиземноморье и Калифорнии имеют крайне обедненный травяной покров, что объясняется фенольными выделениями из опада листьев дерева. В то же время на родине в Австралии эвкалиптовые леса входят в число самых богатовидовых растительных сообществ мира. Такова же ситуация с грецким орехом (*Juglans fallax*), ингибирующее влияние которого на прочие виды растений было известно со времен Плиния Старшего. По современным данным, в листьях ореха содержится гидроюглон, который разлагается в почве до юглона, обладающего сильным аллелопатическим воздействием. Однако в местах естественного произрастания грецкого ореха, например, в орехоплодных лесах Южной Киргизии, травяной покров хорошо развит.

В заключение подчеркнем, что в природных растительных сообществах вычленить аллелопатию из влияния прочих факторов невозможно, а любые эксперименты в «микрокосмах» очень неполно моделируют условия естественного растительного сообщества. Можно согласиться с общей оценкой вклада аллелопатии в организацию растительных сообществ, которую дал В.Г. Онипченко (2011): «В целом роль аллелопатии в формировании структуры сообществ слабо изучена, а в естественных фитоценозах, видимо, незначительна. Снижение

отрицательных взаимодействий между растениями при адсорбции метаболитов и их микробиологической трансформации в почве может способствовать сосуществованию видов и поддержанию флористического богатства растительных сообществ» (с. 120).

В заключение главы 4 подчеркнем, что в растительных сообществах складывается разнообразие отношений между видами, как отрицательных (конкуренция, аллелопатия), так и положительных (отношения «растений-нянь» с «подопечными»; создается режим взаимного благоприятствования между многими или всеми видами сообщества. При этом в любых взаимных отношениях проявляется синергический эффект, который ослабляет негативные взаимоотношения при конкуренции и усиливает положительные взаимоотношения. Вся система взаимных отношений в растительном сообществе направлена на формирование экологического равновесия между видовым составом сообщества и условиями среды.

Вопросы для контроля усвоения материала главы 4

1. Расскажите о моделях организации растительных сообществ и роли взаимных отношений между растениями в сообществах разных моделей организации.
2. Дайте определение понятия «конкуренция».
3. Что такое «фитогенное поле»?
4. Охарактеризуйте главный комплексный градиент конкуренции растений в растительном сообществе.
5. Расскажите о типах конкуренции между видами растений.
6. Какие факторы влияют на конкурентную мощность вида?
7. Какую роль для снижения конкуренции между видами растений играет их расхождение по разным экологическим нишам?
8. Расскажите о модели нейтральности при отношениях видов в растительном сообществе.
9. Приведите примеры диффузных синергий в положительных отношениях видов в растительных сообществах.
10. Что такое «гидравлический лифт»?
11. Перечислите основные варианты отношений растений-нянь со своими подопечными.
12. Какую роль играют растения-няни для возобновления доминантов в таежных лесах?
13. Расскажите о роли растений-нянь в жизни кактусов.
14. Приведите примеры создания растениями-нянями новых экологических ниш для растений.
15. Расскажите о создании бобовыми растениями островков плодородия.
16. Как растения-няни способствуют опылению других растений?
17. Дайте общую характеристику неконкурентному биотическому преобразованию экотопа.

18. Охарактеризуйте разные варианты глубины биотического преобразования экотопа.
19. Расскажите о взаимоотношениях сфагновых мхов и сосудистых растений на сфагновом болоте.
20. В чем проявляется влияние ели на виды напочвенного покрова в таежном лесу?
21. Дайте определение понятию «аллелопатия».
22. Какую роль играет аллелопатия в естественных растительных сообществах?
23. В каких случаях отмечается наибольшее аллелопатическое влияние одних видов растений на другие?

ГЛАВА 5. ВЗАИМООТНОШЕНИЯ РАСТЕНИЙ И ГЕТЕРОТРОФНЫХ ОРГАНИЗМОВ

Гетеротрофные организмы играют большую роль в организации растительных сообществ, которые являются продуцирующим блоком экосистем.

5.1. Понятие консорции

Консорция. Термин «консорция» был предложен датским ботаником Евгением Вармингом в 1895 г. В российской геоботанике этот термин широко использовали Л.Г. Раменский и Т.А. Работнов, а также эстонский ботаник В.В. Мазинг. Из современных ученых к нему обращается В.Г. Онипченко.

Под консорцией понимается совокупность вида автотрофного растения и гетеротрофных организмов, которые используют его в процессе питания (трофические отношения), как субстрат для поселения (топические отношения, их пример – эпифиты), для создания гнезд (фабрические отношения), для переноса частей растений (форические отношения, например, переноса пыльцы, диаспор и др.).

Наиболее важными консортивными отношениями являются трофические, при которых гетеротрофные организмы получают энергию и вещества, накопленные растениями в процессе фотосинтеза. Отношения между растениями и консортами могут иметь характер взаимной выгоды – мутуализма (с прокариотами-азотфиксаторами, микоризными грибами, опылителями, переносчиками диаспор) или односторонней выгоды – эксплуатации (с фитофагами, патогенами и животными-землероями).

5.2. Отношения растений с фитофагами

Фитофаги – это консументы первого порядка, которые открывают пастбищные пищевые цепи и потому являются важными звеньями в потоках вещества и энергии в экосистемах. Растения «не хотят», чтобы их быстро съели, и имеют целый комплекс адаптаций, позволяющих им защищаться от фитофагов. Различают три группы адаптаций:

а) механические. Это шипы, колючки, жесткое опушение. Особенно много колючих растений в районах с малым количеством осадков, где растения медленно растут, и потому легкая доступность для фитофагов могла бы привести к выпадению их из состава сообществ;

б) химические. Вещества, которые снижают скорость поедания растений, составляют две группы: токсины (ядовитые вещества –

цианогенные глюкозиды, танины, алкалоиды, сапонины и др.) и детерренты – вещества, снижающие питательную ценность и усвояемость растений (например, кристаллы кремнезема);

в) биоценотические. Это наиболее интересный вариант адаптаций. Растения для защиты от фитофагов привлекают хищников, например, муравьев и паразитоидов. Защитники привлекаются путем выделения специальных органических веществ (например, экстрафлорального нектара).

Роль третьего звена в пищевой цепи. Собственных средств защиты растениям часто не хватает, и баланс между образованием растениями фитомассы и ее потреблением фитофагами достигается при участии организмов третьего звена пищевой цепи – хищника или паразита, который контролирует плотность популяции фитофага.

Особенно большую роль играют хищники в высокопродуктивных сообществах, таких, как саванны, где за счет обильных ресурсов фитофаги могли бы быстро размножиться и подорвать свою кормовую базу.

В низкопродуктивных сообществах роль хищников невелика, как, впрочем, и роль фитофагов. На первый план выходят отношения конкуренции между растениями, которые контролируют плотность их популяций (Онипченко, 2013).

Защитные реакции фитофагов. Фитофаги тоже «принимают меры», чтобы нейтрализовать действие токсинов растений. Так, некоторые фитофаги перед поеданием растений «выдерживают» их, чтобы токсины разложились. Бобры несколько дней вымачивают ветки деревьев в воде, а один из видов полевки, питающийся побегами хвойных, перед поеданием «подвяливает» их. В слюне некоторых фитофагов содержатся танин-связывающие протеины.

Возможна и микробиологическая детоксикация ядовитых веществ в пищеварительном тракте фитофагов.

Некоторые фитофаги «превращают зло во благо»: накапливают в своем теле токсины растений и таким образом защищаются от хищников. Один из видов кузнечика даже способен накапливать в теле синтетический гербицид 2,4-Д и становится несъедобным для хищников.

Последствия исключения фитофагов. Исключение или резкое изменение влияния фитофагов может привести к деградации некоторых типов растительных сообществ. В начале XX в. в саванны Африки был занесен вирус «коровьей чумы» (rinderpest). Первоначально этот вирус вызвал болезни домашнего скота, а затем поразил многие виды диких крупных копытных животных, которые паслись на тех же пастбищах, что и скот. Нагрузка фитофагов на растительность, в первую очередь на древесно-кустарниковый компонент, резко снизилась. Кустарники и деревья стали бурно разрастаться, подавляя травы, что усилило последствия пожаров, которые при таком сомкнутом древесном пологе стали более частыми. После пожаров деревья отрастали плохо и замещались кустарниками (их корневища сохраняются во время пожара).

Только в 1970-е годы удалось вылечить от болезни домашний скот и снять влияние на экосистемы вируса «коровьей чумы». Плотность популяций веткоядных (броузеров) восстановилась. Соответственно стал восстанавливаться баланс между древесно-кустарниковым и травяным компонентами экосистемы саванны, которая приобрела первозданный облик.

5.3. Отношения растений с прокариотами-азотфиксаторами

Азот – один из самых важных элементов минерального питания (ЭМП) растений. Этот инертный газ, который в избытке находится в атмосфере, поступает в естественные экосистемы в основном в результате деятельности прокариотов-азотфиксаторов. Кроме того, некоторое количество азота выпадает с дождями при грозовых разрядах. Сельскохозяйственные экосистемы получают значительное количество азота в форме минеральных удобрений.

Однако, если биологический азот экологически чистый (его «производство» не связано с затратами антропогенной энергии и он практически не вымывается из экосистем), то техногенный азот экологически грязный. На его производство требуется очень большое количество энергии и, кроме того, до половины азотных минеральных удобрений вымывается из почвы. Так, к примеру, вследствие вымывания азотных удобрений с кукурузных полей США «цветет» Мексиканский залив. Русский агрохимик и физиолог растений Д.Н. Прянишников (1865–1948) считал, что необходимо заменять техногенный азот биологическим азотом и увеличивать площадь «экрана» посевов клевера и других бобовых культур.

Различают три варианта биологической азотфиксации (табл. 10).

Симбиотическая азотфиксация. Прокариоты-азотфиксаторы живут в корнях (реже на листьях или в тканях) растений. Они представлены тремя основными группами: бактерии семейства Risobiaceae, актиномицеты (род франкия), цианопрокариоты (носток, и реже анабена).

Ризобиальный симбиоз характерен для семейства бобовых (в широком понимании с включением мимозовых и цезальпиниевых) и для рода *Parosponia* (дерево из семейства вязовых высотой до 15 м, которое произрастает на островах Индо-Малазийского архипелага). Ризобиальные бактерии поселяются в корневых волосках, из которых образуются клубеньки, живущие менее 1 года.

Симбиоз с прокариотами обходится растениям достаточно дорого: на 1 г фиксированного азота они должны затрачивать 5–7 г углеводов. Этим объясняются более низкие урожаи бобовых культур например, сои по сравнению со злаками – пшеницей, кукурузой, рисом и др. Однако этот симбиоз позволяет бобовым растениям заселять самые бедные субстраты, например, застывшие лавовые потоки в теплом климате. Как правило, пионерами являются виды рода люпин (*Lupinus*).

Таблица 10

Сравнение основных типов симбиотических ассоциаций сосудистых растений с азотфиксирующими прокариотами (по: Онипченко, 2013, с дополнениями)

Характеристика	Форма симбиоза		
	ризобиальный	**актинориза**	**цианобактериальный**
Прокариоты	*Rhizobium*	*Frankia*	*Nostoc*, редко *Anabaena*
Растения	Большинство видов Fabaceae s.l., *Parasponia* spp. (Ulmaceae)	Более 200 видов двудольных гл. об. древесных растений: *Alnus*, *Hippophae*, *Elaeagnus*, *Dryas*, *Myrica*, *Casuarina* и др.	Папоротники (*Azolla*, 6 видов), саговники (все изученные, 150 видов), из цветковых растений – только *Gunnera* (65 видов)
Локализация прокариот	Чаще короткоживущие клубеньки на корнях, стеблевые мамиллы (*Serbania rostrata*)	Долгоживущие клубеньки на корнях	Полости в листовидных лопастях (*Azolla*), межклетники первичной коры (саговники), внутриклеточно в гландах на стеблях и черешках листьев (*Gunnera*)
Максимальная интенсивность азотфиксации, кг N/га в год	700 (люцерна на поливе в Средней Азии), 450-550 (клевер в Новой Зеландии), 200 (клевер в средней полосе)	210-225 у *Alnus glutinosa*	1000 у *Azolla* в тропических странах, 720 у *Gunnera arenaria* в Новой Зеландии
Экологические предпочтения растений	Нейтральные или слабощелочные почвы	Пионерные субстраты, болотные кислые почвы	Хорошее обеспечение влагой (*Gunnera*), водные растения (*Azolla*)

Количество азота, которое может быть фиксировано в ходе ризобиального симбиоза, достигает 450–550 кг/га (посевы клевера в Новой Зеландии). В средней полосе на 1 га посевов клевера или люцерны может накопиться до 200 кг азота. Это довольно много, так как даже при высоком уровне земледелия на поля вносится не более 100 кг/га азотных удобрений (в действующем веществе). По некоторым данным, люцерна при поливе в условиях удлиненного вегетационного сезона в Центральной Азии может накапливать до 700 кг/га азота в год.

Азот, накопленный в результате ризобиального симбиоза, используется другими растениями, которые не имеют способности к этой форме мутуализма. После перегнивания корней бобового растения накопленный в них азот передается другим растениям по гифам микоризы.

Актинориза. При актиноризе симбионтами являются виды рода франкия. Они могут вступать в симбиоз более чем с 200 видами растений из

10 семейств. Во флоре средней полосы России актиноризу образуют местные виды рода ольха и интродуцированные облепиха и лох. Клубеньки с актиноризными микроорганизмами крупнее ризобиальных клубеньков и живут 2–3 года.

Интенсивность актиноризной азотфиксации ниже, чем при ризобиальном симбиозе. Максимальная азотфиксация отмечена у черной ольхи – 210–215 кг/га в год. По этой причине торф низинных черноольховых болот является хорошим удобрением, хотя использовать его не следует, так как добыча торфа приводит к нарушению гидрологического баланса ландшафта.

Как и ризобиальные, актиноризные растения обладают высокой конкурентной способностью и могут вытеснять виды, которые не связаны с симбиотическими азотфиксаторами. Известен случай агрессии актиноризного кустарника мирика, который был завезен на Гаваи с Канарских островов. Кустарник расселился на застывших лавовых потоках, где впервые он был отмечен в 1961 г. В 1966 г. площадь его зарослей составила 600 га, а в 1985 г. – уже 12 тыс. га.

Цианобактериальный симбиоз. Симбионтами являются виды родов носток и анабена. С цианеями «сотрудничают» саговники и маленький водный папоротник азолля, который обитает в водоемах тропиков и субтропиков. В листьях этого папоротника живут азотфиксирующие цианобактерии из рода анабена. «Ковер» из папоротника, покрывающий воду, может накопить за год 1000 кг/га азота. Азоллю используют в агротехнике некоторых рисосеющих стран (Корея, Вьетнам, Индия, Китай), что увеличивает урожай на 20–40%. Способность азолли фиксировать азот была известна китайским земледельцам еще 2 тыс. лет назад.

Из цветковых с цианеями сотрудничает только род гуннера. Известны также случаи симбиоза цианей и мохообразных.

Эндофитный симбиоз. В этом случае азотфиксирующие бактерии живут непосредственно в тканях растений. Поражают данные об эффективности такого симбиоза у сахарного тростника (*Saccharum*). Это высокопродуктивное растение полностью обеспечивает себя азотом, что позволяет без внесения экологически грязных азотных удобрений возделывать сахарный тростник на одном и том же поле до 80 лет.

Ассоциативная азотфиксация. В этом случае бактерии, фиксирующие азот, заселяют ризосферу (прилегающий к корню объем почвы), в которую поступают органические вещества – корневые выделения, частицы отмирающих корней и др. Наиболее высокая ассоциативная азотфиксация выявлена у высокопродуктивных тропических злаков (*Paspalum* и др.). В умеренной зоне этот вариант биологической азотфиксации дает 10–40 кг/га в год азота, что существенно ниже, чем при симбиотической азотфиксации. Однако этого достаточно, чтобы обеспечить азотом лесные экосистемы, в составе которых бобовые не играют большой роли.

Несимбиотическая азотфиксация. Фиксация азота автономно живущими микроорганизмами возможна в двух случаях.

В первом случае азотфиксаторами являются цианобактерии, обладающие способностью к фотосинтезу. Такой вариант азотфиксации широко представлен в экстремальных условиях Севера, где цианобактерии заселяют субстраты, освобождающиеся после таяния льдов под влиянием потепления климата. Таким образом, цианобактерии открывают сукцессии зарастания новых субстратов. В дальнейшем на смену им приходят лишайники, мхи, а затем и сосудистые растения.

Во втором случае для фиксации азота бактерии используют внешние источники органического вещества (отмершие части растений и др.). По гифам грибов этот азот также поступает к растениям. Такой вариант азотфиксации широко представлен в растительных сообществах умеренной зоны.

5.4. Отношения растений с микоризными грибами

Симбиоз (мутуализм) растений с грибами возник около 500 млн лет назад как адаптация к наземному образу жизни. Наличие микоризы установлена у первых наземных растений, таких как *Rhynia*. В результате этого симбиоза органические вещества поступают от растения к грибу, а минеральные – от гриба к растению. Микоризу образуют 44% мохообразных, 52% папоротников, 100% голосеменных и 85% цветковых (Онипченко, 2013). Немикоризными являются виды некоторых семейств (осоковые, капустные, гвоздичные, маревые и др.). Нет микоризы у растений, обитающих в водной среде, в экстремальных условиях арктических пустынь и злостных солончаков, а также у растений-нитрофилов, произрастающих на почвах, богатых азотом (их пример – *Urtica dioica*). Затраты растений на симбиоз с грибами достаточно высоки и могут составлять от 10 до 50% продукции фотосинтеза, но, как будет показано далее, такой симбиоз выгоден для растений.

Микоризы бывают двух типов – эндомикориза (везикулярно-арбускулярная микориза) и эктомикориза (чехольчатая микориза).

Эндомикориза. Этот тип микоризы чаще встречается у травяных растений (хотя в тропиках такая микориза бывает и у деревьев). При эндомикоризе мицелий гриба проникает в клетки корня и образует там древовидные тела – арбускулы. Арбускулы функционируют не более двух недель и перевариваются клеткой, и им на смену образуются новые арбускулы. Диаметр гифов эндомикоризных грибов составляет 2 мкм (корневые волоски – 10–20 мкм, тонкие корни – 100–500 мкм). Они густой сетью пронизывают почву: в 1 $см^3$ может быть до 100 м гифов.

Эктомикориза. Этот тип микоризы характерен для деревьев. При эктомикоризе гифы гриба оплетают корни, в ее образовании большую роль играют агариковые грибы, которые имеют съедобные плодовые тела (подберезовики, подосиновики, белые грибы, масленок и др.). Как правило, в формировании микоризы одного вида деревьев принимает участие много

видов грибов. В Великобритании было показано, что с дубом черешчатым (*Quercus robur*) сотрудничает 55 видов грибов. Длина гифов микоризных грибов составляет до 8 тыс. м на 1 м корня. Однако затраты продуктов фотосинтеза дерева на образование 1 см микоризы в тысячу раз меньше, чем на образование корня той же длины.

Микоризные сети. Микоризные грибы образуют так называемые микоризные сети, которые связывают микоризы разных растений. По микоризной сети осуществляется горизонтальный перенос элементов минерального питания (ЭМП) и органических веществ от более сильных растений к более слабым. Однако, по последним данным, величина такого переноса незначительна, и, кроме того, эти «дотации» от растения-донора к растению-акцептору «застревают» в микоризе (Онипченко, 2013).

Роль микоризы в жизни растений. Эта роль очень велика. Микориза:

– обеспечивает растения ЭМП и водой;
– делает доступными малодоступные для растений соединения фосфора;
– защищает растения от патогенов;
– снижает поступление в корни растений тяжелых металлов;
– повышает устойчивость растений к стрессам засухи и засоления.

Конкурентные преимущества микоризных растений. Микоризные растения обладают конкурентными преимуществами над немикоризными растениями. К примеру, в ходе сукцессии на залежи смена немикоризных рудералов-однолетников микоризными многолетними видами естественных сообществ ускоряется тем, что выделения микоризы пагубно влияют на немикоризные растения.

5.5. Отношения растений с животными–опылителями

Животными опыляются 90% видов растений, остальные – ветром или самоопыляются.

Группы опылителей. 67% цветковых опыляются насекомыми, которые играют роль главных «почтальонов», переносящих пыльцу от одного растения к другому или от одного цветка к другому в пределах одного растения. Другой важной группой опылителей являются птицы. Общее число видов птиц, способных опылять цветки, превышает 2 тысячи. Особенно много опылителей среди колибри. Реже встречается опыление цветков млекопитающими. Опыляют цветки летучие мыши. Австралийские кенгуру опыляют кустарник из рода дриандра (они пьют обильный нектар, переходя от цветка к цветку). Высасывают нектар из цветков мелкие обезьяны и сумчатые летяги. Сумчатые сони и летучие собаки опыляют растения во время охоты за насекомыми, ночующими в цветках.

Особенности цветков, опыляемых разными группами опылителей. Цветки растений, опыляемых разными группами животных, различаются (Онипченко, 2013).

Цветки, опыляемые жуками, имеют тусклый или белый цвет, фруктовый или аминоидный запах, плоскую или шаровидную форму, обильную пыльцу, но не имеют нектара.

Цветки, опыляемые пчелами и шмелями, могут иметь разный цвет (но не чисто красный), душистый запах, трубчатую актиноморфную или зигоморфную форму, обильный нектар богат сахарами или гексозами.

Дневные бабочки опыляют цветки, которые чаще имеют розовый цвет, душистый запах, по форме цветки глубокие, часто со шпорцем. В нектаре высокое содержание сахаров.

Цветки, опыляемые птицами, чаще всего имеют красный цвет, но не имеют запаха. По форме цветки трубчатые, актиноморфные или зигоморфные, часто подвешенные. Нектар обильный и богат сахарами.

Цветки, опыляемые летучими мышами ночью имеют тускло-коричневый, бледный, часто зеленый цвет, затхлый запах. По форме цветки плоские или глубоко-трубчатые, расположены на ветвях или стволах, часто с обильной пыльцой, актиноморфные. Нектар богат гексозами.

Роль размера цветка. Цветковым растениям приходится «решать задачу» – какие цветки выгоднее? Мелкие цветки с малым количеством нектара выгодны, так как не требуют больших затрат пластических веществ на их формирование, но такие цветки могут не привлечь опылителей. При крупных цветках с обильным нектаром повышается вероятность гейтоногамии, т.е. опыления в пределах одной особи. В целом узкая специализация насекомых-опылителей невыгодна растениям, так как велика опасность того, что цветки не будут опылены. Особенно опасна узкая специализация опылителей для растений сообществ, формирующихся в условиях сильного антропогенного влияния, которое обедняет состав энтомофауны. Именно поэтому в таких сообществах много сложноцветных, которые опыляются широким спектром животных-опылителей (или ветром).

При интенсивном поедании фитофагами у растений уменьшается размер цветков и ухудшается качество пыльцы, что приводит к снижению эффективности опыления.

5.6. Отношения растений с животными–распространителями плодов и семян

Из всех агентов, распространяющих диаспоры, животные являются самыми важными (роль ветра, воды и человека значительно ниже).

Основные варианты зоохории:

эндозоохория – распространение диаспор после прохождения через пищеварительную систему животного;

эпизоохория – распространение диаспор, прикрепляющихся к покровам животного;

синзоохория – «попутное» распространение диаспор при создании пищевых запасов.

Рассмотрим основные группы животных, распространяющих диаспоры.

Муравьи. Распространение диаспор муравьями называется мирмекохорией (от гр. *myrmex* – муравей). Как считала Р.Е. Левина, мирмекохория является наиболее прогрессивной формой зоохории. Мирмекохорные диаспоры специализированы: защищены от повреждений прочным покровом и снабжены специальной приманкой для муравьев. Приманкой служат элайосомы – сочные придатки, богатые маслом и другими питательными веществами. Муравьи привлекаются к диаспорам летучими аттрактантами, выделяющимися из элайосом (рис. 18).

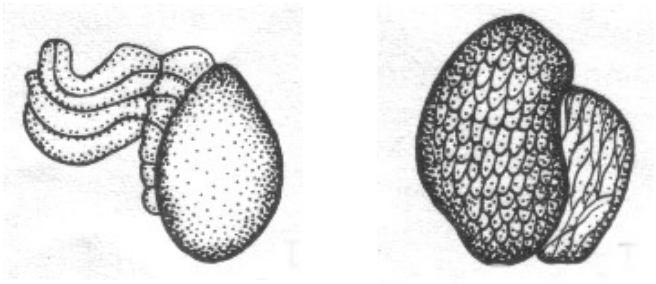


Рис. 18. Примеры мирмекохорных семян:
слева – семя фиалки волосистой (*Viola hirta***),**
справа – семя чистотела (*Chelidonium majus***)**

Растения-мирмекохоры рано цветут, и осыпание семян происходит в период, когда муравьи откармливают своих личинок (в начале лета). Многие мирмекохоры имеют слабые поникающие или полегающие стебли, что облегчает муравьям растаскивание диаспор.

Во флоре средней полосы России мирмекохорами являются в основном низкие лесные травы, например, виды родов фиалка (*Viola*) и пролеска (*Scilla*), чистотел большой (*Chelidonium majus*), перловник поникший (*Melica nutans*), печеночница благородная (*Hepatica nobilis*), копытень европейский (*Asarum europaeum*) и др.

Птицы. При орнитохории диаспоры могут распространяться эндозоохорно и эпизоохорно.

Прохождение диаспор по желудочно-кишечному тракту птиц не наносит вреда семенам, а в некоторых случаях даже повышает их всхожесть. Для привлечения птиц плоды растений имеют яркий цвет, причем особенно «нравится» птицам оранжевый цвет плодов. Эндозоохория может сочетаться с синзоохорией: семена из экскрементов птиц могут растаскиваться мелкими грызунами. Весьма интересны данные о регулировании растениями времени поедания плодов птицами. В молодых плодах содержатся токсины, которые делают их невкусными. При созревании плодов эти токсины разрушаются, и плоды становятся привлекательными для птиц.

При эпизоохории птицы с илом переносят на лапах семена прибрежно-водных растений, чем объясняется быстрое заселение этими растениями изолированных водоемов.

Млекопитающие. Фитофаги при поедании растений поглощают много семян, которые без повреждения проходят через их желудочно-кишечный

тракт. У белохвостого оленя (доминирующий вид копытных на северо-востоке США) в течение года в помете были обнаружены семена 70 видов растений. Причем из одной «порции» помета прорастали семена не менее 30 видов растений. При этом большинство семян транспортировалось оленем на расстояние более 100 м, но 30% семян – на расстояние более 1 км.

По данным О.И. Евстигнеева (2010), в лесных сообществах Восточной Европы мышевидные грызуны перемещают семена на расстояние 10–20 м, мелкие птицы (синицы, поползень) – на 50–100 м, птицы средних размеров (сойка, кедровка) – на 100–300 м. Копытные (лось, косуля, олень) могут распространять семена в радиусе 500–1000 м. Обеднение лесной фауны в результате интенсивного охотничьего промысла уменьшает число агентов для доставки семян, что приводит к снижению видового богатства растительных сообществ.

Большую роль в расселении растений играют домашние животные. Так, коровы могут распространять до 300 тыс. семян в день (на 1 $дм^2$ пастбища может поступать до 40 семян).

Семена могут распространяться также рыбами и рептилиями. В Амазонии было выявлено 32 вида растений, семена которых эндозоохорно распространяются рыбами. Распространяют семена ящерицы, черепахи и крокодилы.

5.7. Отношения растений с патогенами

Консортами растений являются разнообразные группы патогенов (вирусы, бактерии, грибы, беспозвоночные), а также растения – паразиты и полупаразиты. Эти консорты связаны с авторофными растениями отношениями эксплуатации «хозяин – паразит».

В растительном сообществе патогены регулируют численность популяций растений (особенно доминантов), что способствует повышению видового богатства.

Экологическое равновесие в паре «растение – патоген». В естественных сообществах растения и патогены связаны отношениями экологического равновесия. В отличие от отношений «растение – фитофаг», в этом случае равновесие регулируется за счет иммунного ответа растений-хозяев, участие видов третьего звена пищевой цепи не требуется. Однако если человек переносит виды-паразиты в районы, где у их потенциальных хозяев отсутствует иммунный ответ, то экологическое равновесие не формируется. Популяции хозяев подавляются патогенами и вообще могут погибнуть.

Последствие заноса патогена в районы, где потенциальные хозяева не имеют иммунной защиты от него. В начале XX века в США из Китая вместе с интродуцированным каштаном китайским (*Castanea chinensis*) был завезен паразитический гриб *Endonthia parasitica*. Гриб в течение 50 лет практически уничтожил каштан зубчатый (*Castanea dentata*), который был широко распространенным доминантом широколиственных лесов США.

Гибель каштана ускорялась тем, что ослабленные паразитом растения проигрывали в конкуренции с другими доминантами лесов, не подвергающимися влиянию патогена – дубами, кариями и др. В результате этой самой крупной ботанической катастрофы двадцатого столетия погибло 3,5 млрд деревьев.

5.8. Отношения растений с животными-землероями

Животные-землерои являются не только фитофагами, но и играют большую роль как средообразователи для растений. В эту группу консортов входят в основном мелкие млекопитающие и дождевые черви.

Грызуны-землерои. Они оказывают большое влияние на состав растительных сообществ, так как повышают их видовое богатство за счет создания вокруг нор «островков залежей», на которых поселяются различные рудеральные растения. Особенно много мелких млекопитающих-землероев в степной зоне, где им, кроме как в землю, некуда спрятаться. Если в тайге или широколиственном лесу число входных отверстий в норы (каждая нора может иметь несколько входов) может оставлять 500–1000 на 1 га, то в степной зоне – от 2 до 7,5 тысяч (Мордкович, 2014).

Иногда при массовом размножении грызуны-землерои могут изменять облик растительного сообщества. Так, в ковыльных степях Монголии при массовом размножении полевка Брандта выедает надземные побеги ковылей, что приводит к разрастанию корневищного злака вострец. После снижения численности полевки Брандта под влиянием эпизоотий ковыли восстанавливаются из сохранившихся почек на дерновинах.

Кроме грызунов, «копателями» являются кроты, лисы и дикобразы. Все «землекопы» имеют сильные мышцы, так как для перемещения под землей нужно затратить сил в 300–600 раз больше, чем для преодоления такого же пространства по поверхности.

Роль дождевых червей. Большую роль в жизни почвы играют дождевые черви. Одним из первых об этом сообщил Ч. Дарвин, который уже в 1880-е гг. писал о «растительном слое», полностью покрывающем любую почву в умеренном климате. «Растительный слой» состоит из экскрементов (копролитов) дождевых червей, которые механически и химически перерабатывают растительные остатки и создают гумус. Дарвин считал, что поверхностный слой почвы не раз прошел через «кишечные каналы» дождевых червей. В агрегатах, созданных червями, выше содержание гумуса, в них содержится в 10 раз больше калия и азота, чем в среднем в почве, и, кроме того, они отличаются водопрочностью.

Черви формируют агрегаты не «в одиночку», а при участии многочисленных микроорганизмов, населяющих их кишечный тракт. М.В. Бобровский (2010) подчеркивает, что экологическое значение имеет роющая роль дождевых червей, которые прокладывают в почве ходы. Благодаря агрегатам и ходам червей, увеличивается проницаемость почвы

для дождевых вод, и уменьшается поверхностный сток, способный вызвать эрозию почвы. Черви не только улучшают структуру почвы, но и переносят мелкие семена растений, особенно часто – семена орхидных.

5.9. Роль животных-инженеров

Инженерами называются животные, которые изменяют условия среды в растительном сообществе. Наиболее «знаменитые» инженеры – бобры, деятельность которых вызывает циклические экологические сукцессии растительности. Плотины, сооружаемые бобрами, могут повышать уровень воды в реке на 1 м и более, что вызывает затопление пойменных сообществ и повышение уровня грунтовых вод. В результате мезофитные виды деревьев и кустарников (вяз, липа, береза и др.) усыхают, а им на смену приходят виды родов ива, тополь и ольха. После выедания кормовой базы бобры уходят, плотина разрушается, и постепенно восстанавливается исходный растительный покров. Продолжительность цикла – около 100 лет.

Под влиянием роющей деятельности кабанов возникают порои площадью несколько десятков метров, на которых формируются сообщества из луговых и рудеральных видов. Видовое богатство этих сообществ в 2–3 раза выше, чем окружающих их лесных сообществ.

Мышевидные грызуны могут улучшать условия среды для растений в степях. В саваннах Африки «островки плодородия», остающиеся после разрушения термитников, являются важным фактором повышения видового богатства растительных сообществ. В засоленных саваннах Западного Уругвая «гнезда» одного из видов муравьев повышают плодородие почвы и способствуют разрастанию кустарников.

О.В. Смирнова (2006) считает, что крупные фитофаги «мамонтовой свиты» (мамонт, носорог, бизон и др.) вплоть до начала неолита, когда они были уничтожены человеком, в лесах Восточной Европы формировали у водопоев поляны. На этих полянах возникали богатовидовые луговые и лугово-степные растительные сообщества. После исчезновения этих фитофагов древесный полог сомкнулся, что привело к снижению числа видов.

5.10. Сложные формы мутуализма растений с животными. Муравьиные деревья

В природе наблюдаются и сложные отношения мутуализма растений и животных. Примером таких взаимоотношений являются отношения растений и муравьев.

В общей сложности известно около 3 тысяч видов растений из 80 семейств, с которыми сотрудничают муравьи. Появилось даже понятие «муравьиные деревья», которым обозначаются многочисленные варианты мутуализма муравьев и деревьев тропических лесов. В этом биоме муравьи

играют роль главного зоофага, контролирующего популяции основных фитофагов и детритофагов – термитов.

Муравьи охраняют деревья от фитофагов и питаются либо специальными комочками питательных веществ, выделяемых деревьями, либо обитающими на деревьях тлями.

Деревья извлекают из этого сотрудничества двойную пользу, так как, с одной стороны, защищены от муравьев-листорезов и других прожорливых фитофагов (личинок, гусениц, слизней, жуков-точильщиков), а с другой – получают дополнительные элементы минерального питания из детрита, накапливающегося в муравьиных гнездах (часто в гнездо проникает воздушный корень дерева).

Муравьи устраивают свои жилища внутри стволов, ветвей, листьев или заселяют лианы, которые обвивают «муравьиное дерево». У южноамериканской цекропии муравьи живут в полых стеблях, у видов рода акация – в колючках. Целые галереи ходов создают муравьи в стволах дерева макаранга, причем, семья муравьев каждого дерева распознает своих членов по запаху и не допускает представителей семей, живущих на других деревьях

Исследованы многие виды лиан, на которых живут муравьи. Наиболее известная из них – дишидиа: жилища муравьев на листьях этой лианы напоминают кувшинчики.

Сравнительно недавно стало известно о поразительных отношениях муравьев с одним из видов тропических деревьев Амазонии – *Duroia hirsuta*. Обычно тропические леса отличаются очень высоким видовым богатством – на одном гектаре можно насчитать десятки и даже сотни видов деревьев. Однако местное население давно знало о «чертовых садах», где растет только *Duroia*. Оказалось, что «садоводами» являются муравьи, которые живут в полостях стеблей дерева и, чтобы жилищ было больше, уничтожают все другие виды деревьев, впрыскивая в жилки листьев муравьиную кислоту, которая действует как сильный гербицид.

В Австралии муравьи играют большую роль для сохранения растений при пожарах: они затаскивают семена в почву, где они защищены от огня.

В заключение главы подчеркнем, что растительное сообщество является блоком продуцентов экосистемы, который дает вещество и энергию всем гетеротрофным участникам экосистемного процесса. Экологическое равновесие («экономия природы» по К. Линнею), которое складывается между растениями и их консортами в естественных экосистемах, является подвижным. Численность растений и их консортов в разные годы (и даже в разные сезоны одного года) может меняться, но эти колебания численности ограничены определенными пределами и происходят вокруг неких средних значений.

Сохранение систем консортивных связей в экосистемах является одной из задач сохранения биологического разнообразия – ключевой проблемы XXI века.

Вопросы для контроля усвоения материала главы 5

1. Раскройте содержание понятия «консорция».
2. Расскажите о способах защиты растений от поедания фитофагами.
3. Какую роль в регулировании отношений «растение – фитофаг» играет третье звено пищевой цепи?
4. Приведите примеры последствий влияния на растительные сообщества исключения фитофагов.
5. Охарактеризуйте роль биологической азотфиксации в жизни растений.
6. Назовите варианты биологической азотфиксации.
7. Перечислите группы микроорганизмов, участвующих в азотфиксации.
8. Расскажите о ризобиальном симбиозе.
9. Что такое «актинориза»?
10. Какие роды микроорганизмов участвуют в цианобактерильном симбиозе?
11. Приведите пример растения с эндофитным симбиозом с азотфиксирующими бактериями.
12. Расскажите о роли ассоциативной азотфиксации в экосистемах.
13. Что такое «несимбиотическая азотфиксация»?
14. Перечислите систематические группы растений, способные формировать симбиоз с микоризными грибами?
15. Как велики затраты растений на симбиоз с микоризными грибами?
16. Расскажите об эндомикоризе.
17. Расскажите об эктомикоризе.
18. Какую роль играет микориза в жизни растений?
19. Перечислите основные группы животных-опылителей.
20. В чем заключаются «плюсы» и «минусы» узкой и широкой специализации растений к опылителям?
21. Какие варианты зоохории вы знаете?
22. Расскажите о роли мирмекохории в жизни растений.
23. Расскажите о роли птиц в распространении диаспор растений.
24. Расскажите о роли млекопитающих в распространении диаспор растений.
25. Какую роль играют патогены в растительных сообществах?
26. Приведите пример последствий влияния на растения заноса чужеродных патогенов.
27. Перечислите группы животных, которые относятся к землероям.
28. Какую роль в жизни растений играют дождевые черви?
29. Приведите примеры влияния на растительные сообщества животных-инженеров.

ГЛАВА 6. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ НИША ВИДА

Понятие экологической ниши является одним из важнейших в современной экологии. Сложность этого понятия является причиной отсутствия его точного определения. Крупный американский эколог Э. Пианка (1981) писал о том, что если бы можно было дать точное определение ниши, то экологию можно было бы считать наукой о нишах.

Выдающийся американский эколог Ю. Одум (1986) сравнил экологическую нишу с «профессией вида в экосистеме». Если рассматривать экосистему как совокупность организмов и условий среды, в результате деятельности которых производится биологическая продукция, то «профессия» каждого вида будет определяться тем, из какого материала, в какое время, на какой территории, какое органическое вещество он производит и кто потребляет это вещество.

6.1. История концепции экологической ниши

Понятие ниши пришло в экологию из зоологии, где оно было развито работами Дж. Гринела (Grinnel, 1904), Ч. Элтона (Elton, 1927), Г. Хатчинсона (Hutchinson, 1978) и др. Поскольку экологическая ниша определяется большим числом факторов, Г. Хатчинсон рассмотрел нишу как многомерное явление.

Понимание ниши применительно к животным достаточно простое, так как различия роли их популяций в экосистеме очевидны: разные животные питаются разной пищей и занимают разные территории. У растений один тип пищи: водный раствор минеральных веществ, углекислый газ и солнечный свет. Поэтому до начала 1960-х годов понятие экологической ниши применительно к растениям не использовалось. Однако постепенно оно стало обычным в синэкологии растений, так как одинаковые ресурсы разные виды растений используют по-разному.

Т.А. Работнов (1995) считал, что истоки представлений о нише у растений лежат в работах Л.Г. Раменского. В статье «Основные закономерности растительного покрова» (Раменский, 1924) он писал: «Все наши учеты смен убеждают в том, что травянистая растительность сложно, как гетерогенная система, реагирует на аномалии условий. При этом каждое растение выполняет свою особую роль: одни виды рассчитаны, так сказать, на годы вымокания, другие – на годы засухи, третьи – на благоприятные умеренные годы (*Poa trivialis*), четвертые – на смежные годы резко контрастного увлажнения (влажные после засухи – *Agropyron repens*). Одни виды становые, образуют устойчивый скелет ценозов, другие выполняют освобождающиеся промежутки. Различные виды проявляют в сменах свою неповторяемую экологическую индивидуальность и самую различную

степень косности либо подвижности (вегетативной и семенной – налетные малолетники)» (цит. по: Раменский, 1971, с.30).

Д. Тилман (Tilman, 1988) пишет о том, что каждый вид растений имеет «свой тип питания».

6.2. Признаки экологической ниши у растений

Понятие ниши имеет две особенности: с одной стороны, ниша – это свойство вида, определяемое его генетическими характеристиками, а с другой – это то экологическое пространство, которое вид занимает в экосистеме. Рассмотрим экологические факторы и свойства растений, которые позволяют проявлять им различия «профессий» в сообществе и экосистеме.

Разный тип распределения корневых систем. Мы уже упоминали об уникальных сообществах из *Phragmites australis* и *Haloxylon ammodendron* в пустыне Гоби. Первый вид – гигрофит-фреатофит, который связан с грунтовыми водами на глубине 8–10 м, а второй – типичное пустынное дерево с более мелким укоренением в сухих горизонтах почвы.

На рис. 19 показано распределение корневых систем растений степного сообщества.

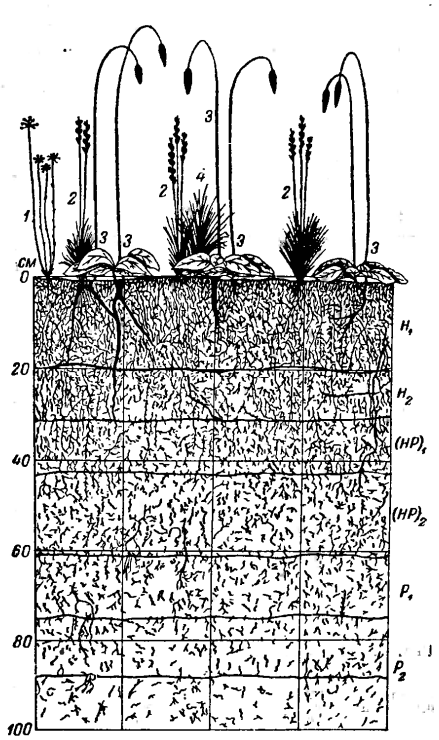


Рис. 19. Участок степного растительного сообщества с полностью изображенной надземной и подземной частями (слева указана глубина, справа – почвенные горизонты; по М.С. Шалыту, 1960)

В сообществах пойменных лугов Башкортостана вместе произрастают глубокоукореняющиеся люцерна серповидная (*Medicago falcata*) и щавель конский (*Rumex confertus*), а остальные виды этих сообществ имеют неглубокое укоренение в слое до 50 см.

Разное время вегетации. В состав растительных сообществ входят виды с разными феноритмотипами, т.е. различающиеся по сезонному развитию. В период цветения и плодоношения растениям требуется больше ресурсов, и цветение в разное время снижает конкуренцию. Дифференциация экологических ниш по оси сезонного развития хорошо отражается фенологическими спектрами – фигурами, которые показывают фенологические ритмы видов, составляющих растительное сообщество.

На рис. 20 приведен фенологический спектр степного растительного сообщества на территории Башкирского государственного заповедника (по данным Т.В. Жирновой). Из рисунка видно, что в апреле-мае цветут осока гвоздичная (*Carex caryophyllea*), лапчатка неблестящая (*Potentilla impolita*) и бурачок извилистый (*Alyssum tortuosum*). Основная часть видов степного сообщества цветет в июне. В июле зацветают вероника колосистая (*Veronica spicata*) и мордовник курчавый (*Echinops ritro*). Весьма характерно, что некоторые виды – бурачок извилистый и истод хохлатый – повторно цветут в сентябре, т.е. они используют ресурсы влаги в то время, когда остальные виды переходят в состояние покоя и уровень конкуренции за этот ресурс снижается. Такой перерыв вегетации в сухое время лета является особенностью степных растительных сообществ.

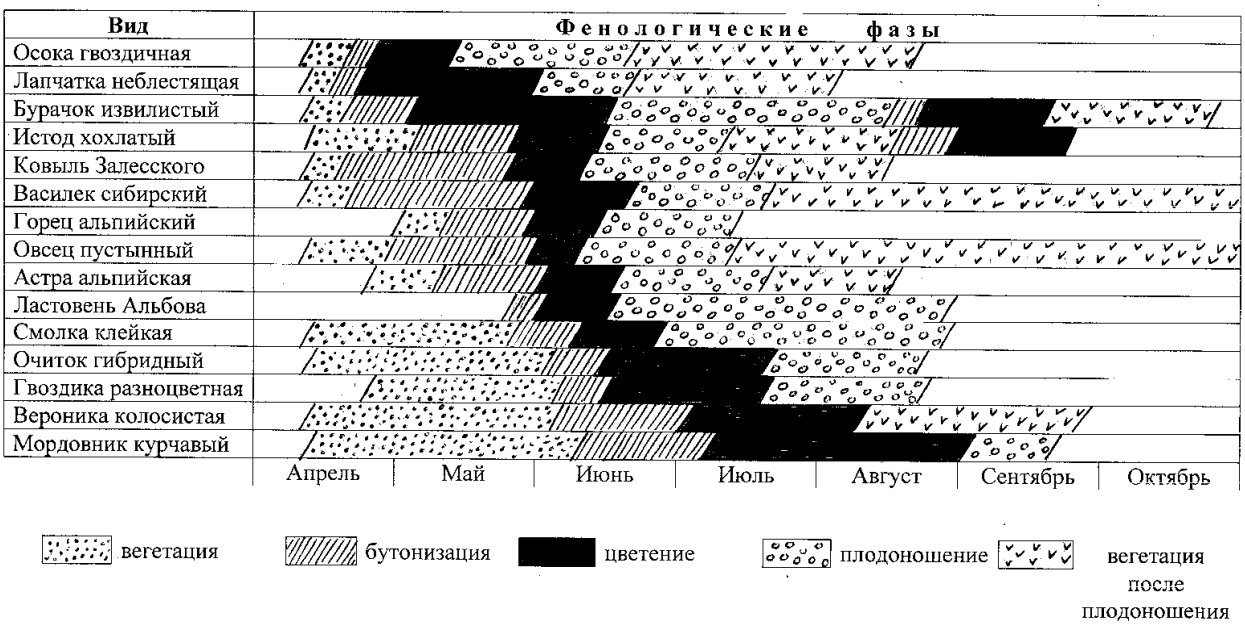


Рис. 20. Фенологический спектр степного сообщества (Башкирский государственный заповедник, по Т.В. Жирновой)

Разная требовательность к свету. В лесном сообществе одни виды приурочены к затененным местам (*Asarum europaeum*, *Paris quadrifolia*), а другие – к светлым прогалинам (*Dactylis glomerata*). Виды подлеска (*Sorbus aucuparia*, *Corylus avellana*, *Euonymus verrucosa*) довольствуются меньшим количеством света, чем виды высокого древесного яруса.

На рис. 21 показано изменение освещенности в разных ярусах леса. Для разных видов деревьев, кустарников, трав необходимо разное количество света.

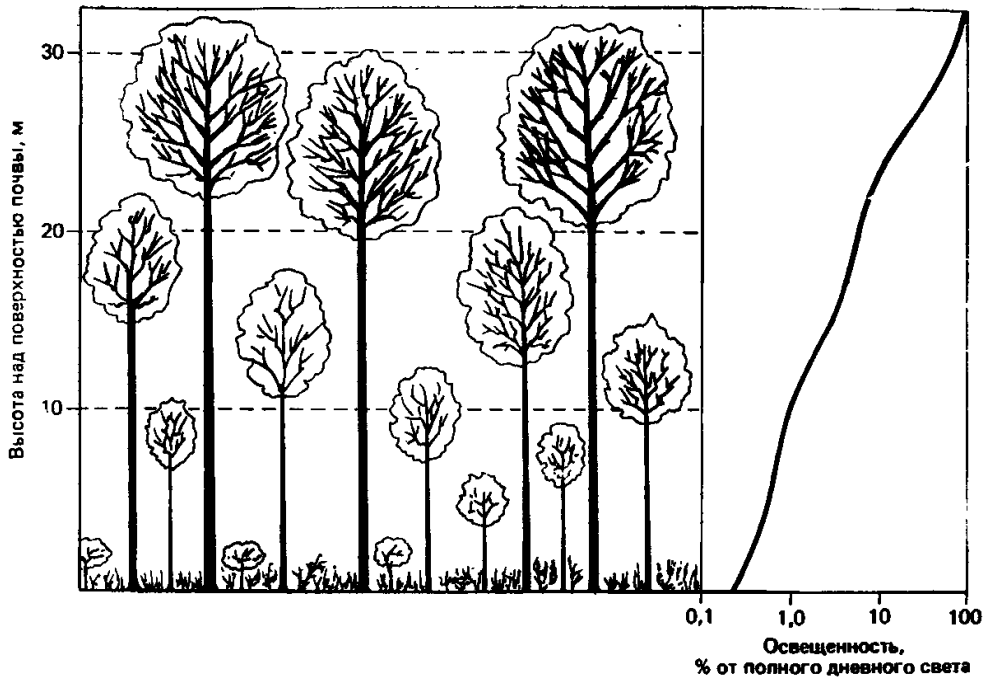


Рис. 21. Ярусность и условия освещения в лесном сообществе (по Р. Уиттекеру, 1980) .

Разная требовательность к элементам минерального питания. Бобовые могут практически не получать азота из почвы, так как в их корнях живут азотфиксирующие бактерии, снабжающие их азотом. По этой причине для бобовых растений содержание в почве азота не имеет значения, им необходимы фосфор, калий и микроэлементы. Злакам и видам разнотравья необходим минеральный азот.

Различия по составу консортов. Растения различаются по взаимоотношениям с насекомыми-опылителями, микоризообразующими грибами, фитофагами.

Все это позволяет дать следующее определения экологической ниши у растений.

Экологическая ниша растения – это совокупность занимаемого им пространства, потребностей в ресурсах, временного ритма «работы по профессии», а также отношений с консортами.

Экологические ниши видов растений перекрыты, и потому пространство ниш видов растительного сообщества не может быть рассмотрено как подобие плода граната, который состоит из зернышек, изолированных друг от друга. В перекрытии ниш растений по разным градиентам – суть концепции континуума в растительности (см. Предисловие).

Т.А. Работнов (1995) подчеркивал, что экологические ниши растений при сходстве в наземной части пространства могут быть дифференцированы в почвенной части, и наоборот.

6.3. Фундаментальная и реализованная ниши

Для понимания природы растительных сообществ важное значение имеет различение фундаментальных и реализованных ниш.

Фундаментальная ниша – это ниша, которую может занять популяция взрослых растений при отсутствии конкуренции, она обусловлена генетически.

Реализованная ниша – это часть фундаментальной ниши, которую занимает популяция при наличии конкуренции с прочими видами.

Фундаментальные ниши, как правило, широкие, и в ботанических садах при отсутствии конкуренции успешно выращиваются растения из разных районов земного шара. Но они нуждаются в защите от более конкурентоспособных в данных условиях видов местной флоры. Фундаментальную нишу занимают декоративные растения на садовых участках и культурные растения в посевах, где человек защищает их от сорных растений.

Различия фундаментальных и реализованных ниш видов растений было подтверждено в целом ряде экспериментов.

Опыты Х. Элленберга (Ellenberg, 1954) по удобрению лугов. Классическими примерами, показывающими различия фундаментальной и реализованной ниш, являются опыты по удобрению естественных луговых сообществ и искусственных чистых посевов тех видов, которые слагают эти фитоценозы.

При внесении минеральных удобрений на луга лесной зоны, которые сформировались после расчистки леса на бедных подзолистых почвах, из травостоя выпадают типичные для таких лугов полевица тонкая (*Agrostis tenuis*), овсяница красная (*Festuca rubra*) и душистый колосок (*Anthoxanthum odoratum*). Их замещают и разрастаются бывшие ранее второстепенными видами с небольшой долей количественного участия в травостое виды-эутрофы – ежа сборная (*Dactylis glomerata*), овсяница луговая (*Festuca pratensus*) и пырей ползучий (*Elytrigia repens*).

Однако и полевица тонкая, и душистый колосок в искусственном чистом посеве положительно отзываются на внесенные удобрения, и их урожайность увеличивается в 2–4 раза. Причины этого явления заключаются

в том, что при отсутствии конкуренции виды бедных лесных почв хорошо растут в условиях богатого минерального питания, а при наличии конкуренции они вытесняются злаками богатых почв. То есть их фундаментальная ниша охватывает и бедные, и богатые почвы, а реализованная – только бедные почвы, на которых они, вследствие биологических и экологических особенностей, являются сильными конкурентами.

Опыты А.В. Прозоровского (1940) по изучению экологии степных видов. Степные злаки – ковыли (р. *Stipa*) и типчаки (*Festuca valesiaca* и др.) в чистом посеве при поливе дают урожай выше, чем на сухом степном черноземе. Реализованная ниша этих злаков охватывает условия засушливой степной зоны, где выжить им помогает адаптивный синдром ксерофитов – мощная корневая система, узкие листья, опушение и другие приспособления для экономного расходования воды. Однако фундаментальная ниша этих видов охватывает и сухие, и хорошо увлажненные почвы. По этой причине при отсутствии конкуренции степные злаки хорошо растут при обильном увлажнении, а в природе в таких условиях они не встречаются, так как не выдерживают конкуренции с приспособленными к этому режиму увлажнения луговыми видами.

Эксперименты В.Г. Онипченко (2013) по изучению экологических ниш высокогорных растений. Интересный пример, иллюстрирующий различия фундаментальных и реализованных ниш в высокогорной растительности Кавказа, приводит В.Г. Онипченко. Растения экстремальных условий лишайниковых пустошей и снежников (вегетационный период у этих сообществ ограничивается двумя месяцами) при пересадке в более благоприятные условия альпийских лугов и защите от конкуренции резко увеличивали свои размеры, так как их фундаментальная ниша охватывает и благоприятные условия. В экстремальных условиях лежит их реализованная ниша, в которую они из более благоприятных экотопов «выдавливаются» конкурентами.

Эксперименты по изучению экологии видов пустынь Монголии (Казанцева, 2009). Интересны результаты экспериментов по выявлению влияния полива и минеральных удобрений на растения пустынь и пустынных степей Монголии (количество осадков около 100 мм/год). Разные доминанты этих сообществ по-разному реагируют на улучшение условий увлажнения и минерального питания. У дерновинного злака ковыля гобийского (*Stipa gobica*) биологическая продукция увеличилась в 5–7 раз, а у кустарничка анабазиса (*Anabasis brevifolia*) она практически не изменилась.

С позиции концепции экологической ниши, выявленные закономерности можно объяснить следующим образом. *Anabasis brevifolia* – пустынный вид, патиент (см. главу 7), у которого реализованная ниша совпадает с узкой фундаментальной нишей. Этот кустарничек не может адаптироваться к условиям резкого увеличения количества почвенных ресурсов. *Stipa gobica* – степной вид, заходящий в пустынные степи южным крылом своего ареала. Его фундаментальная ниша по градиенту увлажнения

шире, чем у *Anabasis brevifolia*, и при улучшении условий он может расширять объем реализованной ниши и соответственно повышать уровень биологической продукции.

Соотношение объемов фундаментальной и реализованной ниш является одной из важных составляющих стратегий растений (см. раздел 7.2).

6.4. Регенерационная ниша

Регенерационная ниша (Grubb, 1985) – это набор условий, позволяющий войти в растительное сообщество новому генету.

Примеры регенерационных ниш растений в естественных сообществах. Регенерационная ниша тополей и ив включает свежие влажные отложения аллювия вдоль берега реки. Если на аллювии сформируется травяной покров, то легкие семена этих растений не смогут достигнуть почвы и прорасти.

Размер семян определяет характер регенерационной ниши в тропических лесах (Lusk, 1995): крупносемянные виды растений приживаются на минеральной почве, а мелкосемянные – на разложившейся древесине.

Исследования, выполненные в парке Крюгер (северо-восток ЮАР, Pettit, Naiman, 2006) показали, что возобновление деревьев после бурных паводков происходит на кучах бурелома, которые играют роль регенерационных ниш. Возобновление деревьев между скоплениями бурелома отмечается крайне редко. В скоплениях бурелома наблюдается более устойчивый режим увлажнения и обеспечения элементами минерального питания. Кроме того, в этих микросайтах проростки деревьев лучше защищены от фитофагов.

Вклад представлений о регенерационной нише в синэкологию культурных растений. Представления о регенерационной нише имеют значение для сельскохозяйственной экологии. Человек создает регенерационные ниши, когда проводит обработку почвы перед посевом культурных растений. Чтобы обогатить состав естественного луга подсевом ценных кормовых злаков и бобовых, регенерационные ниши создаются путем дискования дернины, при котором образуются участки, свободные от растений. Подсеянные виды закрепляются в регенерационных нишах и длительное время выдерживают конкуренцию с имеющимися в травостое видами.

В заключение главы отметим, что концепция экологической ниши является важной составляющей теории синэкологии растений. За счет дифференциация ниш может снижаться уровень конкуренции в растительных сообществах, повышаться их устойчивость, продуктивность и видовое богатство.

Вопросы для контроля усвоения материала главы 6

1. Расскажите об истории становления концепции экологической ниши.
2. Какие признаки характеризуют экологическую нишу растений?
3. В чем заключаются различия фундаментальной и экологической ниши растений?
4. Расскажите об экспериментах, которые позволили обосновать различия фундаментальной и реализованной экологических ниш.
5. Что такое «регенерационная ниша»?
6. Какое значение имеют представления о регенерационной нише для агроэкологии?

ГЛАВА 7. ЭКОЛОГО-ФИТОЦЕНОТИЧЕСКИЕ СТРАТЕГИИ РАСТЕНИЙ

Эколого-фитоценотическая стратегия вида является его интегральной эколого-биологической характеристикой, которая отражает способ выживания в условиях разных экотопов, разных растительных сообществ и разных режимов влияния экзогенных нарушающих воздействий.

Знание стратегий видов и учет соотношения числа видов с разными стратегиями в растительных сообществах (стратегический спектр) лежит в основе различения моделей организации этих сообществ (см. раздел 2.1).

Тип стратегии отражает наиболее общие характеристики вида, объясняющие способ его выживания. Термин «стратегия» первоначально появился в экологии животных в 1950-е годы и лишь в 1970-е годы начал использоваться в синэкологии растений. Однако, как это часто бывает в науке, содержание этого понятия намного опередило появление термина.

7.1. Типы стратегий по Маклиоду – Пианке

Первым исследователем стратегий растений, видимо, был Дж. Маклиод (McLeod, 1884; по: Hermy, Stieperaere, 1985), который разделил их по способу выживания на «пролетариев» и «капиталистов». Эти названия типов поведения были данью моде (в этот период в Европе получил распространение марксизм), тем не менее, оказались удачными.

Растения-капиталисты затрачивают основную энергию на поддержание взрослых особей, они уходят под зиму с капиталом фитомассы многолетних тканей древесных стволов и ветвей, корневищ, клубней, луковиц и пр.

Растения-пролетарии, напротив, зимуют в стадии семян, т.е. без «капитала», так как основную энергию затрачивают на размножение.

В дальнейшем Дж. Харпер (Harper, 1973) показал, что популяции растений-«пролетариев» являются «оппортунистическими»: регуляция их плотности происходит без самоизреживания за счет пластичности.

Маклиод отметил, что «пролетарии» – это, как правило, ветроопыляемые растения, а «капиталисты» – насекомоопыляемые. Эти критерии различения двух типов стратегий были заданы Маклиодом чрезмерно жестко, так как имеется значительное число «капиталистов» с ветроопылением (хвойные, ковыли в степях и др.) и, наоборот, часть «пролетариев» опыляется насекомыми (сорные и рудеральные виды из семейства Brassicaceae). Тем не менее, именно ветроопыление большинства рудеральных растений позволяет им заселять антропогенно нарушенные местообитания, где состав насекомых-опылителей может быть бедным.

Спустя восемь десятилетий, Р. Макартур и Е. Уилсон (MacArthur, Wilson, 1967) переоткрыли типы стратегий Маклиода. Они описали их как результат двух типов отбора у видов: r-отбора и К-отбора.

Позднее представления об этих типах отбора дополнил Э. Пианка (1981): r-отбор – это эволюция организмов в направлении увеличения затрат на размножение, а К-отбор – на поддержание жизни взрослого организма.

Несмотря на то, что стратегии r-отбора и К-отбора были разработаны для животных, они в целом соответствовали стратегиям растений – «пролетариям» и «капиталистам».

Э. Пианка подчеркнул, что «мир раскрашен не только в черное и белое», в природе преобладают «серые тона» (организмы с переходными между г- и К- типами стратегий). Это дало основание называть одномерную классификацию стратегий по инициальной и финальной стадии ее развития «системой Маклиода – Пианки» (Миркин, Наумова, 2014).

Таким образом, система стратегий растений Маклиода – Пианки основывается на учете одного фактора: роли репродуктивного усилия в выживании.

«Пролетарии» образуют большое количество семян и выживают за счет того, что всегда какая-то часть семян попадает в благоприятные условия (нарушенные местообитания с ослабленным режимом конкуренции).

«Капиталисты» тратят меньше сил на репродуктивное усилие и выживают за счет того, что имеют зимующие (перенирующие) органы с запасом органических веществ, что позволяет им переживать неблагоприятные условия. Как многолетники, они многократно дают потомство.

Растения с переходным типом стратегии, например, многолетние луговые травы, характеризуются достаточно высокой плодовитостью и умеренной долей массы зимующих органов.

7.2. Типы стратегий по Раменскому – Грайму

Переоткрытие типов стратегий Маклиода экологами Р. Макартуром и Дж. Уилсоном иллюстрирует особенность развития науки, в которой часто сходные идеи возникают независимо у разных исследователей и затем объединяются в общую научную концепцию. Эта закономерность развития науки проявилась при независимом открытии Л.Г. Раменским и Дж. Ф. Граймом другой системы типов стратегий растений. Эта система отражает не только адаптации растений к условиям разной степени благоприятности среды, но и возможности выживания при разной степени нарушенности местообитаний. Она получила название системы Л.Г. Раменского – Дж.Ф. Грайма.

Л.Г. Раменский (1938) разделил виды растений на три «ценобиотических типа» (к этому времени термин «стратегия» еще не вошел в обиход экологов):

виоленты – конкурентно мощные растения, «энергично развиваясь, они захватывают территорию и удерживают ее за собой, подавляя, заглушая соперников энергией жизнедеятельности и полнотой использования среды» (с. 379);

патиенты «в борьбе за существование... берут не энергией жизнеспособности и роста, а своей выносливостью к крайне суровым условиям, постоянным или временным» (с. 379);

эксплеренты «имеют очень низкую конкурентную мощность, но зато способны очень быстро захватывать освобождающиеся территории, заполняя промежутки между более сильными растениями; так же легко они вытесняются последними» (с. 380).

Раменский образно назвал виоленты – львами, патиенты – верблюдами, эксплеренты – шакалами.

Система Раменского, к сожалению, осталась практически незамеченной зарубежной научной общественностью, зато на долю переоткрывшего те же стратегии Дж.Ф. Граймa (Grime, 1979; Grime et al., 1988) выпал большой успех. В отличие от Раменского, посвятившему своим «ценобиотическим типам» всего несколько страниц, Грайм свою систему сделал предметом детального обсуждения в двух цитированных монографиях. Эту систему стратегий растений называют системой Раменского–Граймa (Миркин, Наумова, 2014).

Система типов стратегий Раменского–Граймa двумерна: типы стратегий отражают отношение растений к двум факторам – к благоприятности условий местообитания и к нарушениям.

На рис. 22 показана эта система типов стратегий в виде «треугольника Граймa». Буквы в углах треугольника обозначают три первичных типа стратегии, сочетания из двух и трех букв – переходные, вторичные, типы.

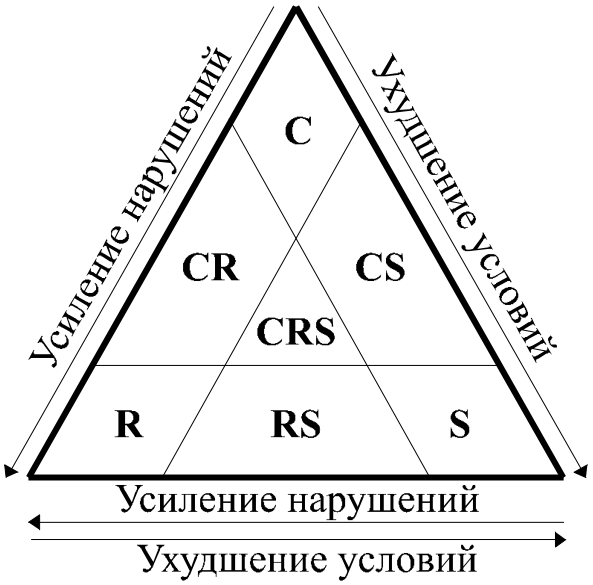


Рис. 22. Система типов стратегий растений Л.Г. Раменского–Дж.Ф. Граймa (пояснения в тексте)

7.3. Первичные типы стратегий

Первичные типы стратегий соответствуют биоценотическим типам Л.Г. Раменского. Обсудим особенности разных типов первичных стратегий растений.

7.3.1. Виоленты

Тип С (от англ. competitor – конкурент) – виолент, силовик, «лев». Это мощные растения, чаще деревья, кустарники или высокие травы. Эти виды держат под контролем условия среды и полностью (или почти полностью) используют обильные ресурсы местообитаний. Виоленты всегда являются абсолютными доминантами в растительных сообществах, и примесь других видов незначительна. У виолентов реализованная и фундаментальная ниши (см. раздел 6.3) совпадают, так как эти растения настолько сильны, что находятся вне конкуренции с другими претендентами на эту нишу.

Пример деревьев виолентов – бук (*Fagus*). В буковых лесах, распространенных в Крыму, Карпатах, на Кавказе, под пологом деревьев сумрачно и почти нет трав и кустарников (такие леса называют мертвопокровными).

Примеры трав-виолентов – канареечник тростниковидный (*Phalaroides arundinacea*) в прирусловой пойме рек умеренной полосы или тростник (*Phragmites australis*) в дельтах южных рек полупустынной и пустынной зоны (Волга, Дон, Днепр). Большие плавни были вдоль рек Амударья и Сырдарья, которые в настоящее время практически исчезли вследствие чрезмерно высоких водозаборов. Эти корневищные злаки произрастают в благоприятных условиях (полное обеспечение водой, элементами питания, теплый климат) при отсутствии нарушений. Как показал В.Б. Голуб, в зарослях тростника в дельте р. Волги биомасса доминанта составляет 99%, другие виды встречаются единично.

Виоленты могут процветать только при наличии значительного количества ресурсов почвенного питания и света. Эту особенность хорошо проиллюстрировали опыты с высевом *Phalaroides arundinacea* (рис. 24) при разном уровне обеспечения элементами питания (Турубанова, Миркин, 1988). При внесении высоких доз минеральных удобрений проявлялась виолентность канареечника: он захватывал основную часть пространства ниш сообщества, и потому к шестому году жизни травостоя участие видов-спутников и их число были незначительными. На контроле, где удобрения не вносились и почвы были бедны элементами минерального питания, к шестому году жизни сообщества канареечник практически выпал из посева, так как был вытеснен внедряющимися видами.

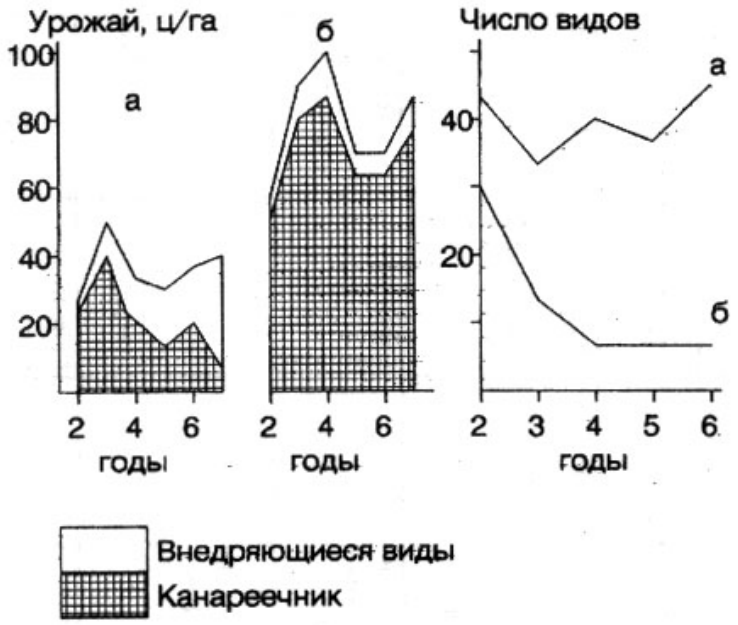


Рис. 23. Опыт управления сукцессией в посевах *Phalaroides arundinacea* с использованием удобрений (доза $N_{100}P_{60}K_{60}$; а – контроль, б – удобрение; по: Турубанова, Миркин, 1988)

При ухудшении условий (просыхание почвы, засоление и т. д.) или нарушениях (рубка леса, высокие рекреационные нагрузки, пожары, воздействие техники и т. д.) «львы» растительного мира погибают, не имея приспособлений для переживания действия этих факторов.

Чистый виолент – редкость, в природе чаще распространены рассматриваемые далее вторичные типы, переходные от виолента к другим типам стратегий.

7.3.2. Патиенты

Тип S (от англ. stress-tolerant – устойчивый к стрессу) – патиент, «выносливец», «верблюд». Это растения, обитающие в крайне неблагоприятных условиях (засуха, засоление, дефицит света или ресурсов минерального питания, холодный климат и т. д.). Для переживания стресса у патиентов имеются специальные адаптивные признаки.

Типичными патиентами являются ксерофиты, галофиты, олиготрофы, сциофиты и виды других экологических групп растений экстремальных местообитаний (см. раздел 2.4). Они не образуют сомкнутых растительных сообществ, обычно их покров разрежен и число видов в этих сообществах небольшое. При этом каждый вид выживает по-своему, и конкуренции практически нет. Сообщество, по существу, представляет собой просто сумму популяций растений. По этой причине реализованная и фундаментальная ниши патиентов практически совпадают.

В некоторых сообществах патиенты-сциофиты сообитают с виолентами, занимая ниши под их густым пологом, например, копытень

(*Asarum europaeum*) в широколиственном лесу или зеленые мхи в еловом лесу. Поэтому целесообразно подразделять патиенты на два подтипа.

Экотопические патиенты. Они приспособлены к жизни в исходно бедных для растений местообитаниях с постоянным абиотическим стрессом (например, растения пустынь, злостных солончаков, тенистых расщелин скал).

Рассмотрим два примера экотопических патиентов.

Ксерофиты. Ксерофиты обладают обширным «арсеналом» адаптивных признаков для переживания засухи:

- глубокие и разветвленные корневые системы, способные извлекать влагу из большого объема почвы и иногда с большой глубины (до 8–10 м);
- высокое осмотическое давление клеточного сока, позволяющее вытягивать воду из достаточно сухой почвы;
- особенности строения листьев. Узкие «сухие» листья (ковыль, типчак), наличие толстой кутикулы, воскового налета и волосков, способствующих снижению поверхностного испарения; большое число маленьких устьиц с особым механизмом регулирования их просвета, что позволяет экономить воду в период, когда ее особенно мало в почве;
- суккулентность. У некоторых ксерофитов увеличен объем вакуолей, делающих их резервуарами воды. Наиболее характерна суккулентность для растений пустынь – кактусов и древовидных молочаев. Суккулентные листья у *Haloxylon* (саксаул). Есть суккуленты и среди растений Башкортостана: виды родов *Sedum* (очиток), *Orostachys* (горноколосник), *Rhodiola* (родиола) и др.;
- выделение ароматических веществ, обволакивающих растение, что способствует снижению испарения (степные виды из семейства губоцветных, например, из рода *Thymus* – чабрец);
- особые типы фотосинтеза, способствующие экономии воды (**C_4**, **САМ**). Наиболее совершенный вариант водосбережения – у суккулентов, которые открывают устьица в ночное время и поглощают углекислый газ, а днем осуществляют фотосинтез за счет ночных запасов при закрытых устьицах.

Сциофиты. Эти растения способны произрастать в условиях ослабленного освещения. Главные приспособления для переживания дефицита света следующие:

- крупные, тонкие листовые пластинки, с редким жилкованием, с очень тонкой кутикулой, малым числом устьиц, транспирация через которые ослаблена;
- темно-зеленый цвет листьев, связанный с высоким содержанием хлорофилла, что позволяет растениям «поймать» свет даже при его малом количестве;
- высокая обводненность листьев и низкая концентрация веществ в клеточном соке.

Фитоценотические патиенты. Эти растения приспособлены к жизни в условиях стресса, которые создаются виолентами (например,

копытень под сомкнутым пологом деревьев или виды семейства вересковых на сфагновых болотах, см. раздел 4.4).

7.3.3. Эксплеренты

Тип R (от англ. ruderal – сорный) – эксплерент, рудерал, «шакал». Эти растения замещают виолентов при сильных нарушениях местообитаний или используют ресурсы в стабильных местообитаниях, но в период, когда они оказываются невостребованными доминантами.

Большинство эксплерентов – однолетники (реже – малолетники) с высоким репродуктивным усилием (т. е. виды-«пролетарии» в терминологии Маклиода). Они способны создавать банк семян в почве, например, виды родов полынь (*Artemisia*), марь (*Chenopodium*), лебеда (*Atriplex*) или имеют приспособления для распространения плодов и семян. Например, летучки – у видов родов одуванчик (*Taraxacum*), бодяк (*Cirsium*) или прицепки – у липучки (*Lappula*) и лопуха (*Arctium*), плоды которых разносят животные и человек. Семена некоторых растений распространяются водой. К интенсивному семенному размножению нередко добавляется вегетативное размножение, например, корневищами и корневыми отпрысками у пырея ползучего (*Elytrigia repens*), видов рода осот (*Sonchus*) и др.

Таким образом, рудералы первыми начинают восстанавливать растительность при нарушениях: семена одних видов уже имеются в почвенном банке, семена других быстро доставляются на место нарушения ветром или другими агентами. Эту важную для экосистем группу растений можно назвать «легкой кавалерией природы» и «ремонтной бригадой», которая, как живица на пораненном стволе сосны, залечивает нанесенные природе раны. Рудералами являются сорные растения и большинство заносных (инвазивных) видов (см. раздел 7.9).

Велика роль эксплерентов в городских и сельских экосистемах, где они расселяются в многочисленных нарушенных и нарушаемых местообитаниях и препятствуют развеиванию пыли с незакрепленной растительностью поверхности земли, концентрируют атмосферные загрязнители в своих листьях, продуцируют кислород в процессе фотосинтеза.

К эксплерентам относятся и виды, которые периодически дают вспышки обилия в стабильных растительных сообществах без нарушений. Такие растения называются **ложными эксплерентами**, в отличие от типичных «асоциальных» растений-«бродяг», которые являются настоящими эксплерентами.

Приведем два примера ложных эксплерентов:

1) весенние эфемероиды. Эти виды развиваются в лесах до распускания листвы на деревьях и активного роста трав напочвенного покрова. В это время конкуренция за ресурсы ослаблена. Весенние эфемероиды успевают пройти малый жизненный цикл до того, как сформируется конкурентное влияние постоянно обитающих в сообществах ценотически сильных видов;

2) пустынные эфемеры. В пустыне однолетники-эфемеры за короткий период вегетации после дождей покрывают поверхность почвы зеленым

ковром. Конкуренции со стороны пустынных кустарников с разреженным пологом и глубокими корневыми системами они при этом не испытывают, так как постоянные виды пустыни не в состоянии освоить обильные ресурсы влаги.

В табл. 11 приведена сравнительная характеристика трех типов первичных стратегий растений системы Раменского–Грайма.

Таблица 11

Сравнительная характеристика первичных типов стратегий растений

Признак	**Тип стратегии**		
	виолент (C)	**патиент (S)**	**эксплерент (R)**
Абиотические условия среды	Благоприятные	Неблагоприятные	Благоприятные
Наличие нарушений	Нет	Нет	Есть
Уровень конкуренции растений	Высокий	Низкий	Высокий
Жизненная форма	Деревья, кустарники, реже травы мезоморфного облика с широким простиранием в пространстве, мощной корневой системой и большой листовой поверхностью	Небольшие растения, кустарнички, деревья, многолетние травы ксероморфного облика, однолетние и многолетние суккуленты, лишайники, мхи	Однолетние травы, реже многолетние травы с интенсивным вегетативным размножением
Тип реагирования на стресс	Морфологический	Физиолого-биохимический	Морфологический
Экологическая ниша	Широкая; реализованная ниша близка по объему к фундаментальной, дифференциация ниш выражена хорошо	Узкая; реализованная ниша приближается по объему к фундаментальной, дифференциация ниш не выражена	Широкая; реализованная ниша по объему много меньше фундаментальной и приближается к нулю, дифференциация ниш слабая

7.4. Вторичные типы стратегий

Три первичных типа стратегий связаны переходными типами, которые называются вторичными стратегиями. Видов с вторичными стратегиями больше, чем видов «чистых» первичных стратегий, особенно виолентов. Приведем примеры растений вторичных типов стратегий.

Виолент-патиент (CS). К этому типу стратегий относится сосна (*Pinus sylvestris*), которая может формировать высокие древостои на бедных песчаных почвах, а также все виды рода ель (*Picea*), произрастающие в холодном климате на бедных кислых (но хорошо увлажненных) почвах.

Виолент-рудерал (CR). Эту стратегию имеют такие виды, как ольха серая (*Alnus incana*), которая разрастается на вырубках, и крапива двудомная (*Urtica dioica*) – обычный доминант нарушенных почв, богатых азотом.

Рудерал-патиент (RS). Виды с таким типом стратегии очень редки. Примерами могут служить виды рода *Peganum*, которые разрастаются на вытоптанных площадках вокруг колодцев в пустынной зоне.

Виолент-рудерал-патиент (CRS). Этот сложный тип стратегии представляют луговые и степные растения, которые сочетают в своем поведении черты виолентности, патиентности и эксплерентности. Эти качества у разных видов представлены в разном соотношении. Например, у галомезофитов – ячменя короткоостого (*Hordeum brevisubulatum*) и бескильницы расставленной (*Puccinellia distans*), а также у ксерофитов рода ковыль (*Stipa*) больше признаков патиентности. У корневищных трав-мезофитов – пырея получего (*Elytrigia repens*) и костреца безостого (*Bromopsis inermis*) больше признаков эксплерентности.

7.5. Пластичность стратегий

Многие виды растений обладают свойством пластичности стратегии – способностью в разных условиях проявлять признаки разных типов стратегий. Приведем примеры видов растений с пластичными стратегиями.

Тростник обыкновенный (*Phragmites australis*). В сообществах плавней, о которых мы уже говорили, тростник является виолентом. Его высота достигает 3 м, а ширина листа – 10 см. Как типичный виолент он захватывает все пространство экологических ниш и потому образует практически одновидовые заросли (с небольшим числом других видов, представленных единично).

На засоленных почвах тростник проявляет себя как патиент: его растения низкие, стелющиеся, а ширина листа составляет всего 3–5 мм. В.Б. Голуб с сотрудниками изучал связь высоты тростника с уровнем засоления воды: его высота менялась от 3 м до 0,5 м (местные рыбаки по высоте тростника оценивают пригодность водоема для жизни рыбы).

Сосна (*Pinus sylvestris*)**.** В благоприятных условиях сосна формирует высокие древостои «корабельного леса». Однако на скалах высота растений составляет не более 2–3 м. На верховых болотах на сфагновых кочках сосна представлена карликовой формой *Pinus sylvestris forma pumilis* Abolin. В возрасте 90–100 лет эти сосенки имеют высоту меньше 1 м, у них короткая хвоя, но возможно образование шишек, чаще всего одной за долгую жизнь.

Дуб (*Quercus robur*). В местообитаниях с оптимальными условиями дуб проявляет себя как типичный виолент и формирует лесное сообщество из раскидистых высоких деревьев. У южной границы своего ареала дуб проявляет свойство патиентности и представлен кустарниковой формой.

7.6. Особенности стратегий мохообразных (по Э.З. Баишевой)

Напомним, что для гаметофитов мохообразных характерны следующие особенности: небольшие размеры, слабое развитие «ризосферы», примитивная проводящая система, которые предопределяют их экологические особенности.

Главными составляющими жизненной стратегии мохообразных являются:

– уклонение от конкуренции (приспособленность к эпифитному и эпилитному образу жизни;

– заселение пионерных местообитаний;

– высокая степень устойчивости к неблагоприятным факторам среды обитания (перегреванию субстрата, недостатку и переизбытку влаги, дефициту элементов минерального питания и др.).

По системе Раменского–Грайма, мохообразные относятся к трем типам:

– рудералы (например, *Leptobryum pyriforme, Tortula truncata*, *Funaria hygrometrica*);

– патиенты (например, *Grimmia pulvinata, Andreaea rupestris*);

– рудерал-патиенты (RS). К этому типу стратегий относится значительное числа видов мохообразных.

Однако в бриологии в настоящее время используется более детальная система жизненных стратегий мохобразных, одним из ключевых критериев которой является их реакция на изменения окружающей среды. При определении типа стратегии вида учитываются такие признаки, как продолжительность жизни гаметофита, размер спор и величина репродуктивного усилия.

В табл. 12 дана обобщенная характеристика типов стратегий этой системы. Кратко прокомментируем ее содержание.

Виды-беженцы. Этот тип стратегии характерен для мохообразных, обитающих в местообитаниях с непредсказуемыми кратковременными изменениями экологических условий. Виды-беженцы часто являются первыми поселенцами при вторичных сукцессиях. Для них свойственны короткая продолжительность жизни (обычно менее 1 года), высокая активность полового воспроизведения при почти полном отсутствии вегетативного размножения. Споры мелкие, менее 20 мкм, долго сохраняющие свою жизнеспособность. Форма роста – преимущественно открытая дернина. Этот тип стратегии довольно редко встречается среди мохообразных, один из немногочисленных примеров – *Funaria hygrometrica* (During, 1979).

Виды – колонисты. Мохообразные с этим типом стратегии встречаются в местообитаниях, возникающих непредсказуемо во времени и пространстве, но более-менее предсказуемо меняющихся через несколько лет (через небольшое количество генераций). Колонисты характерны для начальных стадий первичных

и вторичных сукцессий. Продолжительность жизни средняя, скорость роста небольшая, величина репродуктивного усилия высокая, причем вегетативное размножение в основном осуществляется на ранних стадиях жизни, спорофиты образуются позже (с (1)–2–3 лет), но чаще. Споры мелкие, меньше 20 мкм, у большинства видов хорошо сохраняющиеся. В пределах этой группы выделяются истинные колонисты – например, *Bryum argenteum,* а также колонисты с пионерным характером – представители родов *Andreaea, Grimmia*. Форма роста – низкая дернина, реже открытая дернина или ковер. Примеры: *Bryum argenteum, B. dichotomum, Ceratodon purpureus, Marchantia polymorpha.*

Два последующих типа стратегии могут быть представлены на любой стадии сукцессии.

Однолетние виды-челноки. Этот тип стратегии характерен для мохообразных, связанных с местообитаниями, которые существуют только короткий период (1–2 года и менее) на одном участке, но часто возобновляются в пределах одного и того же сообщества или по соседству. Жизненный цикл этих видов зачастую строго детерминирован сезонными флюктуациями и некоторым стрессовым неблагоприятным периодом, который возможно пережить только на стадии спор. Для них характерны малая продолжительность жизни (до 1 года), высокая активность полового размножения (спороношение начинается с ранних периодов жизни, обычно ранее 1 года). Вегетативное размножение, как правило, отсутствует. Споры крупные, 25–50 (200 мкм), сохраняют жизнеспособность на протяжении нескольких лет. Форма роста – открытая дернина или таллоидный ковер, редко – низкая дернина. Виды этого типа стратегии встречаются в таких микросайтах, как, например, следы копыт, отпечатки подошв вдоль ручьев, на тропинках, экскрементах крупных животных, в некоторых ложбинках сухих кальцефильных злаковников. Примеры: *Physcomitrium pyriforme, Tortula acaulon, Ephemerum serratum, Riccia bifurca, Fossombronia incurva, Splachnum ampullaceum.*

Краткоживущие виды-челноки. Этот тип стратегии очень сходен с предыдущим, но виды отличаются более продолжительным периодом жизни (несколько лет), более поздними сроками первого спороношения (2–3 года). Споры крупные, 25–50 (100 мкм). Форма роста – низкая дернина или таллоидный ковер. Условия, в которых растут виды с этим типом стратегии, могут быть те же, что и у предыдущего типа, но отсутствует строгое избегание (пережидание на стадии спор) неблагоприятных сезонов и, кроме того, время существования подходящих местообитаний дольше – 2–3 года и дольше. Некоторые виды растут на временно открытых пятнах в возвышенных частях засоленных болот (*Bryum marratii, Bryum warneum, Hennediella heimii*), другие – на костях животных (*Tetraplodon mnioides*) и в кальцефитных лугах.

Многолетние виды-челноки. Виды с этим типом стратегии приспособлены к стабильным условиям среды, подходящие им местообитания многочисленны в сообществах (например, стволы деревьев), но предсказуемо исчезают через определенный период. Для этих видов характерны большая продолжительность жизни, умеренная (до отсутствующей) активность полового и вегетативного размножения, Возраст, в котором начинается вегетативное размножение, разный, в норме он превышает 1–2 года; возраст начала

спороношения гораздо выше (более 5 лет). Споры (у регулярно спороносящих видов) крупные, более 25 мкм, сохраняют жизнеспособность недолго, вегетативные диаспоры также крупные. Формы роста – подушки, грубые коврики, гладкие коврики. Примеры мохообразных этого типа стратегии: многие эпифиты – *Leucodon sciuroides, Antitrichia curtipendula*, некоторые виды родов *Orthotrichum* и *Ulota*. Нередок тип стратегии, промежуточный между этим типом и видами-колонистами. Различия между этим типом и следующим также не всегда четкие.

Многолетние стайеры. Наиболее распространенный тип стратегии мхов в сообществах последних стадий сукцессии с более-менее постоянными, длительно сохраняющимися условиями или регулярно флюктуирующими, к этим флюктуациям многолетние стайеры толерантны. Этот тип стратегии представлен у большинства видов болот и лесной подстилки. Они характеризуются большой продолжительностью жизни (многолетники), низкой активностью полового и вегетативного размножения. Первое спороношение обычно начинается через несколько лет. Споры мелкие, менее 20 мкм; продолжительность сохранения жизнеспособности разная. Жизненная форма: дендроидная, коврики, крупные подушки. В пределах этой группы выделяются так называемые конкурентные многолетники и многолетние стресс-толеранты. Примеры: *Leucobryum glaucum,* виды из родов *Drepanocladus* и *Brachythecium.*

Доминанты. К этой категории относятся виды с большой продолжительностью жизни, крупными (более 20 мкм) спорами и низким репродуктивным усилием. Данный тип встречается редко, его примеры – некоторые виды рода *Sphagnum*.

Знания о стратегиях мхов используются при разработке системы сохранения этого важного компонента лесных и болотных экосистем.

7.7. Особенности стратегий культурных растений

Все культурные растения относятся к эксплерентам. Н.И. Вавилов считал, что культурные растения – выходцы из среднегорного пояса, где их предки произрастали на осыпях. В этих условиях многолетники жить не могут, и выживают лишь однолетние растения-эксплеренты, успевающие дать семена до следующего акта нарушения сообщества новой порцией осыпного материала.

В дальнейшем искусственным отбором человек еще более повысил репродуктивный потенциал культурных растений и их эксплерентность. Особенно ярко эта тенденция проявилась во время Зеленой революции.

Зеленая революция. В период 1960–1970-х гг. появились сорта культурных растений с высоким продукционным потенциалом и породы сельскохозяйственных животных с очень высокими удоями и привесами.

Таблица 12

Сравнительная характеристика типов стратегий мохообразных

Признак	**Типы стратегий**							
	беженцы	**колонисты**		**Челноки**			**стайеры**	**доминанты**
		истинные	**Пионер-ные**	**однолет-ние**	**кратко-живущие**	**много-летние**		
Размер спор, мкм	менее 20	менее 20	менее 20	25-50 (200)	25-50 (100)	более 25	менее 20	более 20
Продолжитель-ность жизни	короткая (до 1 года)	средняя	длинная	короткая (до 1 года)	средняя	длинная	длинная	длинная
Интенсивность Спороношения	высокая	высокая	высокая	высокая	высокая	высокая	Низкая	низкая
Наличие органов вегетативного размножения	нет	есть	есть	Нет	Нет	иногда есть	Нет	нет
Представленность в субстратных группах								
эпифиты	–	–	–	–	–	+++	–	–
эпиксилы	–	+	–	–	–	+	+	–
эпигеи	+++	+++	–	+++	+++	–	+++	+++
эпилиты	–	+	+++	–	–	–	+	–
Пример	*Funaria hygrometrica*	*Bryum argenteum*	*Andreaea rupestris*	*Physcomitrium pyriforme*	*Tayloria splachnoides*	*Orthotrichum speciosum*	*Pleurozium schreberi*	*Sphagnum spp.*

Отцом зеленой революции считается американский селекционер Н. Борлоуг, который вывел сорт короткостебельной пшеницы «Мексикале», дававший урожай примерно в 3 раза выше, чем традиционные длинностебельные сорта (доля зерна в биомассе «Мексикале» достигла 60%, в обычных сортах – не более 40%). Автор нового сорта был удостоен Нобелевской премии мира. Затем были получены высокопродуктивные сорта основных видов культурных растений (пшеницы, кукурузы, риса, хлопка, сои и др.). Одновременно человек снизил их патиентность и виолентность, так как взял на себя функции защиты растений от конкуренции с сорными растениями, от насекомых, болезней и неблагоприятных условий. Зеленая революция увеличила урожайность культур и общий сбор зерна, однако поставила агросферу на грань экологической катастрофы.

Адаптивная селекция. В 1986 г. в Риме состоялся международный симпозиум «На пути к второй зеленой революции». На этом симпозиуме было отмечено, что возделывание высокоурожайных культур с большими затратами удобрений, пестицидов и воды чревато опасными экологическими последствиями. В итоге после симпозиума направление селекции изменилось, и наметился переход от создания «сортов-рекордсменов» к «сортам-труженикам».

Такая селекция называется адаптивной (Жученко, 1988) и ведет к восстановлению у культурных растений свойств патиентности и виолентности. Это позволяет возделывать новые сорта с меньшими затратами энергии, так как растения могут переносить засуху, устойчивы к грибным болезням, отрастают при поедании части их листовой массы фитофагами, способны конкурировать с сорными растениями.

Генетически модифицированные растения (ГМР). Свой вклад в изменение стратегий культурных растений внесло создание генетически модифицированных растений. Начало работ по получению ГМР датируется 1990 г. Уже в 1997 г. общая площадь посевов ГМР составила 12,7 млн га (особый успех выпал на долю ГМР сои, кукурузы и рапса – соответственно, 5,1; 4,4 и около 2 млн га). В последние годы интенсивно увеличиваются площади ГМР картофеля и риса. В 2013 г. общая площадь посевов ГМР достигла 175,2 млн га. Основные площади (в млн га) были заняты под соей (84,5, 79% мировой площади сева), хлопчатником (23,9, 70%), кукурузой (54,4, 32%). Значительные площади занимает рапс. ГМР возделываются в 29 странах, лидерами являются (в млн га): США – 70,1; Бразилия – 40,3; Аргентина – 24,4; 18; Индия – 11,0; Канада – 10,8. В США на ГМР-сорта приходится 55% сои и 78% хлопчатника.

Со второй половины 1990-х гг. при выведении ГМР-сортов на первый план выдвигаются не задачи повышения их урожайности (т.е. эксплеренности сортов), а задачи повышения устойчивости (т.е. патиентности и виолентности). Тем не менее, ГМР-сорта отличаются более высокой урожайностью, чем традиционные сорта. Сегодня возделываются 27 ГМР-культур, включающих 336 сортов.

Таким образом, селекция оказала серьезное влияние на стратегии культурных растений. При этом наиболее перспективным направлением селекции является адаптивная селекция в направлении повышения устойчивости культурных растений за счет усиления свойств виолентности и патиентности.

7.8. Особенности стратегий сорных растений

По-иному складывались отношения сорных растений и человека, который стремился очистить от них поля. Однако сегодня в состав агроценозов входят более 1,5 тыс. видов сорных растений, хотя из них с высоким обилием, позволяющим влиять на урожай культурных растений, насчитывается сравнительно немного (например, в Башкортостане – около двух десятков).

Под влиянием человека сорные растения приобрели защитные приспособления, дающие им преимущества в конкуренции с культурными растениями. Основные приспособления следующие (Миркин, Злобин, 1990):

- состав жизненных форм. Среди сорных растений преобладают однолетники-эксплеренты, однако в составе сегетальных сообществ встречается значительное число многолетних видов с высокой энергией вегетативного размножения: пырей ползучий (*Elytrigia repens*), хвощ полевой (*Equisetum arvense*), молокан татарский (*Lactuca tatrica*), осот полевой (*Sonchus arvensis*) и мн. др. Многолетние сорные виды имеют стратегию CRS;
- ускоренное фенологическое развитие. Сорные растения быстрее культурных растений развиваются с весны и захватывают экологические ниши, выступая успешными конкурентами культурных растений. Особенно это проявляется в холодные годы, когда культурные растения отстают в развитии;
- адаптированность к фенoритмам сельскохозяйственных культур. Некоторые сорные растений дают семена одновременно с культурой, в которой они встречаются, и потому засоряют семенной материал;
- высокая плодовитость. К примеру, одно растение декурении софийской (*Descurainia sophia*) может дать несколько сотен тысяч семян. Считается, что на одно высеянное зерно пшеницы в почве содержится в среднем 500 семян сорняков. Если бы не было факторов, ограничивающих эту астрономическую семенную продуктивность и приживаемость, то в считанные годы потомство одного растения могло бы заполнить всю сушу планеты;
- способность формировать банки семян, т.е. резервные фонды жизнеспособных семян, которые накапливаются в почве. Эта способность связана с наличием у многих видов сорных растений свойства гетероспермии (разносемянности) – наличия семян, запрограммированных на прорастание через разные периоды времени. Этим объясняются сложности истощения

запаса семян в почве агротехническими мероприятиями. Величина банков семян достигает многих миллионов штук на 1 га, а на полях риса – 1 млрд на 1 га;

- генетическая гетерогенность популяций, в состав которых входит несколько экотипов. С этим связана пластичность сорных растений по отношению к почвам, различающимся по водному режиму или реакции почвенного раствора. Генетическая гетерогенность популяций позволяет сорным растениям быстро адаптироваться к влиянию гербицидов.

Сорные растения при массовом развитии могут существенно снижать урожай сельскохозяйственных растений. Однако современная агроэкология не рассматривает сорняки как неизбежное зло в пашенных сообществах, а, скорее, считает их благом, которое переходит во зло только в случае, если превышен порог вредоносности, и долевое участие сорных видов велико (свыше 5–10 %).

При контролируемой плотности сорные виды оказываются полезными агроценозу, так как, с одной стороны, быстро аккумулируют питательные вещества удобрений и их подземные органы выступают в роли пулов питательных элементов. С другой стороны, обладая более глубокой корневой системой, сорняки способны вернуть в пахотный горизонт питательные элементы, которые вмыты в глубь почвы дождевыми или снеговыми водами. Наконец, сорные виды в пропашных посевах способны защищать почву от эрозии и в любом случае способствуют повышению разнообразия энтомоценозов и формированию т. н. систем полезных симбиотических связей, когда среди насекомых обильны энтомофаги, контролирующие плотность популяций фитофагов.

7.9. Особенности стратегий инвазивных видов растений

Расселение адвентивных (инорайонных) видов – это широко распространенный процесс антропогенных изменений растительности. Этот процесс представляет угрозу для фиторазнообразия. Особенно опасны наиболее агрессивные адвентивные виды, которые называются инвазивными. В этом разделе рассматриваются особенности стратегий инвазивных видов. Проблема инвазивных видов в настоящее время является чрезвычайно актуальной. По этой причине она обсуждается далее более подробно и в широком контексте адвентизации флоры.

7.9.1. Общая характеристика процесса адвентизации флоры

В настоящее время доля адвентивных видов во флоре планеты составляет 16%, на материках она ниже – 11%, на островах выше – 31% (на Азорских островах – 60%, на островах Тристан да Кунья – 73%). На разных материках вклад адвентивных видов во флору различается: в Северной Америке составляет 19%, в Австралии – 17%, в Южной Америке – 13%, в

Европе – 9%, в Африке и Азии – по 7%. Как указывает Л.М. Абрамова, во флоре Башкортостана доля адвентивных видов приближается к 20%. Из них 28 видов– инвазивные неофиты (*Acer negundo, Ambrosia artemisiifolia, A. trifida, A. psylostachya, Bidens frondosa, Cyclachaena xanthiifolia, Echinocystis lobata, Elodea canadensis, Hordeum jubatum, Impatiens glandulifera* и др.), которые представляют опасность. Большинство из них – выходцы из Северной Америки, реже – восточноазиатские или средиземноморские виды. Почти половина видов – представители семейства сложноцветных. Кроме того, для Башкортостана известны единичные находки еще около 40 адвентивных видов, проявивших себя как инвазивные в других регионах страны и мира: *Reynoutria sachalinensis, Heracleum sosnowskyi, Solidago canadensis, Cynodon dactylon, Sisymbrium wolgense* и др.

7.9.2. Классификация адвентивных видов

В основу классификации адвентивных видов положены три критерия: время заноса, способ заноса и степень натурализации, т.е. адаптации к условиям на «новой родине» (рис. 24).

7.9.3. Характеристика синдрома инвазивного вида

Рассмотрим основные признаки, обеспечивающие успех расселения инвазивных видов.

Тип опыления. Это ключевой признак, так как при отсутствии агента-опылителя вид не приживается. Наиболее надежным опылителем является ветер, который дует на любом материке, чем объясняется преобладание среди нвазивных видов ветроопыляемых растений и в первую очередь злаков. Описаны процессы бурного расселения инвазивных злаков в разных районах: африканских видов в южно-американских саваннах, европейских видов в калифорнийских злаковниках. С ветоопылением связана инвазивность многих видов рода сосна (*Pinus*). Значительное число инвазивных видов – ветроопыляемые сложноцветные и маревые.

Насекомоопыляемые инвазивные виды достигают успеха в новом районе в том случае, если они опыляются широким спектром опылителей (как, например, большинство насекомоопыляемых сложноцветных) или специализированным опылителем, но при условии победы в конкурентной борьбе с видами местной флоры.

Примером такой «трудной победы» может служить гималайский вид недотрога железконосная (*Impatiens glandulifera*). Первоначально недотрога была интродуцирована в Европу как декоративное растение, но затем натурализовалась и начала вытеснять прибрежные виды местной флоры: чистяк болотный (*Stachys palustris)*, дербенник иволистный (*Lythrum salicaria*), кипрей болотный (*Epilobium palustre*).

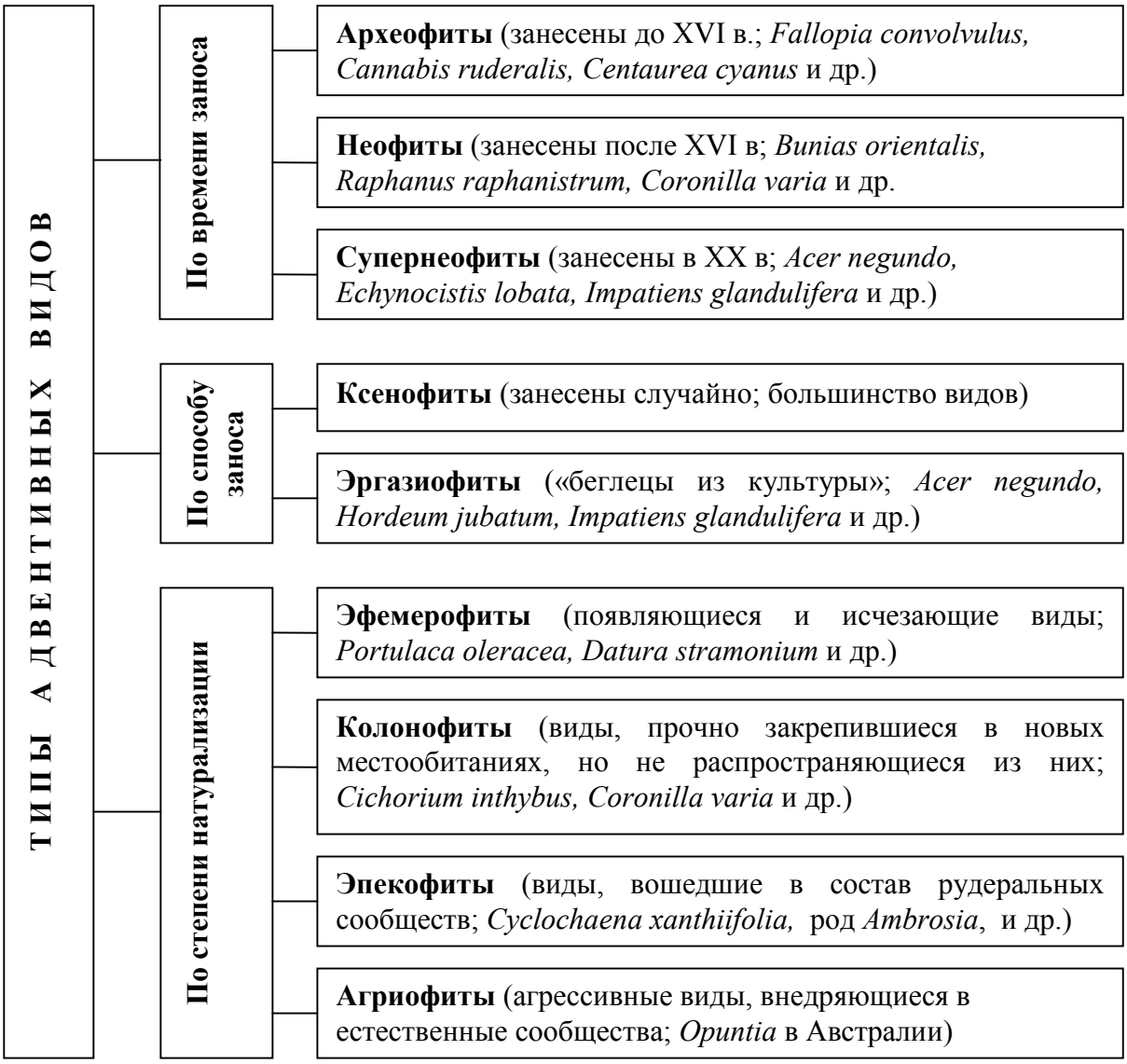


Рис. 24. Классификация адвентивных видов

Победа была достигнута благодаря более высокой по сравнению с местными видами продукции нектара у недотроги (примерно в 10 раз), что сделало ее более привлекательной для шмелей. Сегодня этот бурно размножающийся вид оккупировал большую часть побережий рек и озер Чехии и ряда других стран Центральной Европы. Он стал серьезной угрозой биоразнообразию высокотравных растительных сообществ влажных местообитаний.

Понятен успех инвазивных видов самоопылителей и апомиктов.

Семенная продуктивность. Большое количество семян повышает вероятность расселения вида (Виноградова и др., 2010). Эксперименты Д. Тилмана (Tilman, 1997) показали, что шанс войти в сообщество выше у инвазивных видов с интенсивным «семенным дождем». Огромное количество семян, причем, с «программой» для прорастания в разное время (в первую очередь за счет разной толщины семенной кожуры), характерно

для большинства сегетальных сорных растений, наиболее злостные из которых – адвентивные. Семенная продуктивность циклахены дурнишниколистной (*Cyclachaena xanthiifolia*), которая в настоящее время оккупирует рудеральные местообитания степной зоны Восточной Европы и активно расселяется в Башкортостане, составляет 15–18 тысяч семян на одно растение. Это в пересчете на гектар составляет 30–40 млрд семян (Л.М. Абрамова).

Размер семян. Размер семян по разному «срабатывает» при разном способе их распространения. Для анемохорных видов наиболее выгодны мелкие семена с летательными аппаратами, а для эндозоохорных – размер семян не играет роли, и успех расселения зависит от привлекательности плодов для агентов расселения. Птицы и млекопитающие эффективнее распространяют семена, заключенные в сочные плоды. Для распространения семян насекомыми (в первую очередь муравьями) необходимы специальные придатки, способные заинтересовать распространителя семян как пищевой ресурс.

Вегетативное размножение. Этот вариант размножения играет роль не столько в расселении инвазивных видов, сколько в их закреплении в новых сообществах, так как клонирование резко повышает конкурентную мощность растений. Изучение восстановительных сукцессий в Чехии показало, что на средних стадиях доминируют заносные виды корневищных растений, в первую очередь злаков (Prach, Pyšek, 1999).

Пластичность видов. От пластичности вида зависит ширина его фундаментальной ниши (т.е. потенциальная способность заселять различные местообитания) и географический ареал на «новой родине». При этом очевидно, что генотипическое и фенотипическое разнообразие дополняют друг друга. Роль пластичности вида зависит от характера заселяемых местообитаний: для водных макрофитов она не имеет особого значения, но возрастает при заселении наземных местообитаний, в особенности с переменным водным режимом.

Функциональные параметры. Как правило, инвазивные виды более эффективно используют условия среды, чем аборигены. Дж. Рой (Roy, 1990) приводит данные о том, что отношение фотосинтез/дыхание у инвазивных видов в 2–7 раз выше, чем у местных, и они эффективнее усваивают элементы минерального питания. Функциональные преимущества усиливают конкурентные способности инвазивных видов и позволяют им вытеснять местные виды. У занесенного в Северную Америку вида *Rubus armeniacus* эффективность использования воды и элементов минерального питания значительно выше, чем у местных видов *R. spectabilis* и *R. parviflora*.

Отношение к фитофагам и патогенам. Роль этого фактора для победы инвазивного вида подчеркивал «отец инвазивной биологии» Ч. Элтон (1960). Именно отсутствие контролирующих видов было причиной «экологических взрывов» при расселении американской опунции (*Opuntia*) в Австралии, европейского зверобоя продырявленного (*Hypericum perforatum*)

в Северной Америке и амазонского водного гиацинта (*Eichornia crassipes*) по всему поясу тропиков и субтропиков.

Для объяснения этого феномена предложена «гипотеза ухода от врагов» («Enemy release hypothesis, ERH»). «Уход от врагов» за счет наличия защитных приспособлений от поедания фитофагами позволяет увеличить затраты на рост, что проявляется особенно при наличии свободных ресурсов влаги и элементов минерального питания (в первую очередь азота). Таким образом, отсутствие врагов и изобилие ресурсов создают синергический эффект, позволяющий инвазивным видам побеждать в конкуренции с местными видами. Анализ 293 видов-европейцев, занесенных в Северную Америку, показал, что они в меньшей мере контролируются патогенами и фитофагами, чем в местах первичного произрастания.

Отметим, что не всегда адвентивным видам удается «уходить от врагов». Для многих пришельцев находятся патогены и фитофаги, которые ставят их популяции под контроль. Например, бодяк полевой (*Cirsium arvense*), занесенный из Европы в Северную Америку и Новую Зеландию, контролируется местными фитофагами и патогенами. Можно полагать, что под контролем находится и большинство видов-археофитов, которые несколько столетий назад внедрились в естественные растительные сообщества.

Эффективный способ контроля популяций инвазивных видов – интродукция его фитофага. Имеется много примеров использования этого подхода:

– лавинообразный рост популяции *Opuntia* в Австралии был остановлен бабочкой *Cactoblastis cactorum*;

– подавить экологический взрыв, связанный с расселением *Hypericum perforatum* в США, удалось с помощью жука-фитофага *Chrysolina*, причем зверобой практически исчез через 10 лет (Риклефс, 1979);

– успешный контроль *Tamarix.* Это декоративное растение было интродуцировано в США, где оно быстро натурализовалось. Обладая более мощной корневой системой и устойчивостью к засолению почв, *Tamarix* начал вытеснять местные виды ив по берегам водоемов и сухих водотоков в южных штатах страны. Несколько лет назад для контроля *Tamarix* был завезен жук *Diorhabda elongata* из Китая. Жук успешно справляется с возложенной на него задачей.

Жизненная форма. Считается, что для инвазивных видов наиболее выгоден небольшой размер растений, однако из этого правила есть много исключений. Уже упоминавшиеся *Cyclachaena xanthiifolia* и *Impatiens glandulifera* – крупные растения высотой до 2 м.

Оптимальной для адвентивного вида является жизненная форма, которой обладают доминирующие виды сообществ, куда он внедряется:

– европеизация калифорнийских злаковников произошла за счет однолетних злаков – той жизненной формы, которую имели аборигенные виды;

– лиана эхиноцистис лопастной (*Echinocystis lobata*) замещает в пойменных лесах Европы лиану хмель обыкновенный (*Humulus lupulus*);

– недотрога железконосная замещает местное высокотравье во влажных местообитаниях;

– натурализовавшийся клен американский (*Acer negundo*) внедряется в сообщества лесов.

Тип стратегии. Тип стратегии, как уже отмечалось, является наиболее важной интегральной характеристикой вида. Большинство инвазивных видов представляют переходные (вторичные) стратегии с обязательным включением компонента R – эксплерентности: CR, CRS. Тип RS достаточно редок, его пример – суккулент *Caprobrotus edulis*.

В травостоях *Cyclachaena xanthiifolia* практически нет других видов, что показывает высокую виолентность этого вида, хотя для него характерна и эксплерентность: он не может внедряться в естественные травостои, даже сильно нарушенные (например, в сообщества сбитых пастбищ). *Impatiens glandulifera* вытесняет из естественных растительных сообществ виды-аборигены не только потому, что переманивает у них опылителей, но и за счет высоких и густо облиственных побегов и хорошо развитой корневой системы.

В заключение главы 7 отметим, что концепция эколого-фитоценотических стратегий растений является важнейшим достижением синэкологии растений. Эта концепция помогает понять разнообразие форм организации растительных сообществ и механизмы смены видов в ходе экологических сукцессий. Представления о типах стратегий растений являются основой для понимания экологии и биологии видов культурных растений, а также сегетальных, рудеральных и инвазивных видов.

Вопросы для контроля усвоения материала главы 7

1. Расскажите о системе стратегий растений по Мак-Лиоду – Пианке.
2. Какие первичные типы входят в систему стратегий Л.Г. Раменского – Дж.Ф. Грайма?
3. Охарактеризуйте тип стратегии виолента.
4. Охарактеризуйте тип стратегии патиента.
5. Охарактеризуйте тип стратегии эксплерента.
6. Каково соотношение реализованной и фандаментальной ниш у видов растений с разной стратегией?
7. Расскажите о вторичных типах стратегий.
8. Охарактеризуйте свойство пластичности стратегий.
9. Расскажите об особенностях стратегий мохообразных.
10. В чем заключаются особенности стратегий культурных растений?
11. В чем заключаются особенности стратегий сорных растений?
12. В чем заключаются особенности стратегий инвазивных видов?
13. Расскажите о классификации адвентивных видов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В заключение учебного пособия резюмируем основные теоретические положения, которые являются фундаментом современной синэкологии растений:

- синэкология растений – это важная составляющая междисциплинарного комплекса «Наука о растительности», которая позволяет понять природу популяций растений, разнообразие отношений растений в растительном сообществе и их отношений с гетеротрофными компонентами экосистем;
- отношение видов растений к факторам среды индивидуально. Тем не менее, исходя из прагматических посылок, выделяются типы видов с близкими характеристиками отношений к абиотическим условиям среды. Эти типы устанавливаются по сходству облика растений, отражающего условия среды (жизненные формы) или по сходству условий местообитания (экологические группы). Для характеристики экологии видов большую роль играют экологические шкалы;
- популяции растений имеют принципиальные отличия от популяций животных вследствие того, что растения маломобильны. Основными параметрами оценки популяций являются численность, плотность, размер популяционного поля. Главной особенностью популяций является их гетерогенность по возрастному составу, онтогенетическим состояниям растений, внутрипопуляционному генетическому разнообразию. Важной интегральной характеристикой популяций является их виталитет, который определяется по соотношению участия особей разного уровня процветания;
- главной особенностью взаимных отношений видов в растительном сообществе является синергизм. Синергизм смягчает отношения конкуренции между видами и способствует усилению их положительных взаимовлияний. Синергический эффект способствует формированию экологического равновесия в отношениях между видами, устойчивости видового состава растительных сообществ и их отношений с условиями среды;
- растительные сообщества являются частью (продуцирующим блоком) экосистем и виды, входящие в их состав, связаны тесными отношениями с гетеротрофными компонентами экосистем. В составе этих отношений различаются эксплуатация (отношения растений с фитофагами и патогенами) и мутуализм (отношения растений с микроорганизмами-азотфиксаторами, микоризными

грибами, опылителями и распространителями диаспор). В естественных растительных сообществах отношения растений с гетеротрофами подчиняются принципу экологического равновесия;

- важнейшей характеристикой вида растения является его экологическая ниша, отражающая объем используемых ресурсов и отношения с видами-гетеротрофами. Для синэкологии большое значение имеет разделение экологической ниши вида растения на фундаментальную и реализованную. В естественных растительных сообществах виды растений, как правило, занимают реализованные ниши;
- для объяснения роли видов в разных растительных сообществах и разнообразия растительных сообществ большую роль играет концепция эколого-фитоценотических стратегий видов. В современной синэкологии наиболее часто используется система типов стратегий растений Л.Г. Раменского – Дж.Ф. Грайма, которая отражает отношение видов к уровню благоприятности условий среды и степени нарушенности местообитаний. Тип стратегии вида (виолент, патиент, эксплерент) определяет соотношение его реализованной и фундаментальной экологической ниши. Знание типов стратегий позволяет глубже понять экологию и биологию культурных, сегетальных сорных, рудеральных и инвазивных видов растений. Эти знания раскрывают особенности жизненных стратегий бриофитов.

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

Булохов А.Д. Фитоиндикация и ее применение. Брянск: Изд-во БГУ, 2004. 245 с.

Горышина Т.К. Экология растений. М.: Высш. школа, 1979. 364 с.

Миркин Б.М., Наумова Л.Г. Основы общей экологии: Учебное пособие. М.: Университетская книга, 2005. 240 с.

Миркин Б.М., Наумова Л.Г. Современное состояние основных концепций науки о растительности. Уфа: Гилем, 2012. 488 с.

Миркин Б.М, Наумова Л.Г. Краткий энциклопедический словарь науки о растительности. Уфа: Гилем, Башк. энцикл., 2014. 288 с.

Наумова Л.Г., Злобин Ю.А. Основы популяционной экологии растений: учеб. пособие. Уфа: Изд-во БГПУ, 2009. 88 с.

Онипченко В.Г. Функциональная фитоценология: Синэкология растений. М.: КРАСАНД, 2013. 576 с.

Работнов Т.А. Фитоценология. 3-е изд. М.: Изд-во Моск. гос. ун-та, 1992. 350 с.

Работнов Т.А. Экспериментальная фитоценология: Учеб. пособие. М.: Изд-во МГУ, 1998. 240 с.

Риклефс Р. Основы общей экологии. М.: Издательство «Мир», 1979. 424 с.

Уиттекер Р. Сообщества и экосистемы. М.: Прогресс, 1980. 328 с.

Чернова Н.М., Былова А.М. Общая экология: учебник для студентов педагогических вузов. М.: Дрова, 2004. 416 с.

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ 3
ГЛАВА 1. МЕСТО СИНЭКОЛОГИИ РАСТЕНИЙ В МЕЖДИСЦИПЛИНАРНОМ КОМПЛЕКСЕ «НАУКА О РАСТИТЕЛЬНОСТИ» И ЕЕ ЗАДАЧИ 5
ГЛАВА 2. ОТНОШЕНИЕ РАСТЕНИЙ К АБИОТИЧЕСКИМ ФАКТОРАМ СРЕДЫ 7
2.1. Факториальная экология растений 7
2.2. Основные теоретические установки аутэкологии растений 10
2.3. Жизненные формы растений 11
2.3.1. Система жизненных форм растений К. Раункиера 11
2.3.2. Система жизненных форм растений И.Г. Серебрякова 12
2.4. Экологические группы растений 14
2.5. Экологические шкалы 16
2.5.1. Экологические шкалы Л.Г. Раменского 16
2.5.2. Экологические шкалы Х. Элленберга 19
2.6. Типы ареалов 20
ГЛАВА 3. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОПУЛЯЦИЙ РАСТЕНИЙ. 24
3.1. Основные отличия популяций растений от популяций животных 24
3.2. Основные параметры оценки популяций растений 25
3.3. Регулирование уровня конкуренции в популяции 26
3.4. Гетерогенность популяций 27
ГЛАВА 4. ВЗАИМНЫЕ ОТНОШЕНИЯ МЕЖДУ РАСТЕНИЯМИ В РАСТИТЕЛЬНОМ СООБЩЕСТВЕ 31
4.1. Роль взаимных отношений видов в растительных сообществах разных моделей организации 31
4.2. Конкуренция 33
4.2.1. Общие представления о конкуренции видов в растительных сообществах 33
4.2.2. Синергии смягчения остроты конкуренции в растительных сообществах 35
4.3. Положительные взаимоотношения видов 37
4.3.1.Диффузные синергии 37
4.3.2. Векторизованные синергии 38
4.4. Неконкурентное биотическое преобразование экотопа 39
4.5. Аллелопатия 41
ГЛАВА 5. ВЗАИМООТНОШЕНИЯ РАСТЕНИЙ И ГЕТЕРОТРОФНЫХ ОРГАНИЗМОВ 44
5.1. Понятие консорции 44
5.2. Отношения растений с фитофагами 44
5.3. Отношения растений с прокариотами-азотфиксаторами 46
5.4. Отношения растений с микоризными грибами 49
5.5. Отношения растений с животными–опылителями 50
5.6. Отношения растений с животными-распространителями плодов и семян 51
5.7. Отношения растений с патогенами 53
5.8. Отношения растений с животными-землероями 54
5.9. Роль животных-инженеров 55
5.10. Сложные формы мутуализма растений с животными. Муравьиные деревья 55
ГЛАВА 6. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ НИША ВИДА 58
6.1. История концепции экологической ниши 58

6.2. Признаки экологической ниши у растений....59
6.3. Фундаментальная и реализованная ниши....62
6.4. Регенерационная ниша....64
ГЛАВА 7. ЭКОЛОГО-ФИТОЦЕНОТИЧЕСКИЕ СТРАТЕГИИ РАСТЕНИЙ....66
7.1. Типы стратегий по Маклиоду – Пианке....66
7.2. Типы стратегий по Раменскому – Грайму....67
7.3. Первичные типы стратегий....69
7.3.1. Виоленты....69
7.3.2. Патиенты....70
7.3.3. Эксплеренты....72
7.4. Вторичные типы стратегий....73
7.5. Пластичность стратегий....74
7.6. Особенности стратегий мохообразных (по Э.З. Баишевой)....75
7.7. Особенности стратегий культурных растений....77
7.8. Особенности стратегий сорных растений....80
7.9. Особенности стратегий инвазивных видов растений....81
7.9.1. Общая характеристика процесса адвентизации флоры....81
7.9.2. Классификация адвентивных видов.....82
7.9.3. Характеристика синдрома инвазивного вида....82
ЗАКЛЮЧЕНИЕ....87
ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА....89

Учебное издание

Лениза Гумеровна Наумова

Синэкология растений

Редактор Т.В. Подкопаева
Техн. редактор И.В. Пономарев

Лиц. на издат. деят. Б848421 от 03.11.2000 г. Подписано в печать 16.06.2016.
Формат 60Х84/16. Компьютерный набор. Гарнитура Times New Roman.
Отпечатано на ризографе. Усл. печ. л. – 5,0. Уч.-изд. л. – 4,8.
Тираж 100 экз. Заказ №

ИПК БГПУ 450000, г.Уфа, ул. Октябрьской революции, 3а

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ им. М.АКМУЛЛЫ

ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ
(страницы истории)

УФА 2009

УДК
ББК
Ф

Печатается по решению редакционно-издательского совета Башкирского государственного педагогического университета им.М.Акмуллы

Физиология человека и животных (страницы истории): учебное пособие /сост. Р.С.Мусалимова, Л.В.Лязина [Текст]. –Уфа: Изд-во БГПУ, 2009. – 87с.

Пособие содержит статьи о выдающихся ученых-естествоиспытателях, анатомах, врачах, имена которых можно встретить в учебной литературе по анатомии и физиологии. Это лауреаты Нобелевской премии и основоположники научных направлений, ученые-энциклопедисты и практические врачи, оставившие свой след в науке. Отдельная статья посвящена лабораторным животным, изучение которых внесло большой вклад в развитие физиологии.

Рекомендуется для студентов биологических специальностей, изучающих физиологию человека и животных.

Составители: Р.С.Мусалимова, канд. биол. н., доц.;
Л.В.Лязина, канд. биол. н., доц.

Рецензенты: М.Г.Мигранов, д-р биол. н., проф. (БГПУ);
Э.А.Имельбаева, д-р биол.н., проф. (БГМУ).

JSBN

© Издательство БГПУ, 2009

ПРЕДИСЛОВИЕ

Физиология человека и животных как наука об общих закономерностях функционирования организма и его составных частей – клеток, тканей, органов и систем – возникла в XVII столетии. Основоположником экспериментальной физиологии является английский врач, анатом и физиолог Уильям Гарвей, который в результате многолетних наблюдений и экспериментов создал учение о кровообращении.

Долгим, тернистым и сложным был путь познания, многому должны были научиться люди, чтобы жизнь их не омрачалась болезнью, недугом, чтобы раскрыть закономерности функционирования организма, чтобы создать ту науку, которая сегодня называется *физиология.*

История физиологии, как и любой другой области знаний, неразрывно связана с именами ученых, своими научными поисками и открытиями, способствовавшими прогрессу в изучении природы – жизнедеятельности организма животных и человека.

Пособие содержит статьи о выдающихся ученых-естествоиспытателях, анатомах, врачах, имена которых можно встретить в учебной литературе по анатомии и физиологии. Это лауреаты Нобелевской премии и основоположники научных направлений, ученые-энциклопедисты и практические врачи, оставившие свой след в науке. Отдельная статья посвящена лабораторным животным, изучение которых внесло большой вклад в развитие физиологии.

Предпринята попытка представить развитие физиологии в виде совокупности данных, характеризующих вклад известных ученых в развитие той или иной области физиологии. При подготовке статей были использованы литературные источники, справочники, газетно-журнальные публикации. Часть статей проиллюстрирована фотографиями.

«История науки – это не только факты, расположенные в хронологической последовательности, но и мысли, идеи и гипотезы выдающихся ученых по принципиальным вопросам того или иного направления исследований».

Д.С.Саркисов

КРАТКАЯ ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ФИЗИОЛОГИИ

Развитие и формирование представлений о физиологии начинается в глубокой древности в связи с потребностями медицины. Наскальные рисунки эпохи палеолита свидетельствуют о том, что первобытные охотники уже знали о положении жизненно важных органов.

До наших времен дошли 10 египетских медицинских трактатов, написанных иероглифами на папирусе. Наиболее ценные из них два папируса 2-го тысячелетия до нашей эры (ок. 1550 г. до нашей эры) – папирус Эберса и папирус Смита. О назначении папируса Эберса свидетельствует его название – «Книга приготовления лекарств для всех частей тела». Она содержит около 900 прописей для лечения органов пищеварения, дыхательных путей, уха, горла, носа, ожогов и кроветворения, глазных, кожных и других болезней. Папирус Смита – это лишь часть обширного трактата, наиболее древних из сохранившихся в истории медицины текстов по хирургии – о строении человеческого тела и оперативном лечении.

В индусской книге «Аюр-Веда» («Знание жизни» VIIв. до н.э.) упоминаются мышцы, кости, связки, сосуды, нервы и другие структуры организма.

Дошедшие до нас сочинения мыслителей и врачей Индии, Греции, Рима свидетельствуют о том, что еще в глубокой древности производили вскрытие трупов животных и вели некоторые физиологические наблюдения, в результате чего уже тогда были собраны отдельные сведения о строении тела человека и животных и о происходящих в организме процессах. Определенным этапом в развитии физиологических представлений явилось использование вивисекционных приемов, начало которым было положено Клавдием Галеном (129-201) – классиком античной медицины, римским врачом и естествоиспытателем. Именно Гален впервые в истории ввел в практику медицины эксперимент, что и послужило основанием считать его одним из предшественников экспериментальной физиологии. Гален впервые начал читать курс анатомии человека, сопровождая лекции вскрытием трупов животных. Вскрытие человеческих трупов в то время было запрещено, в результате чего Гален переносил на человека строение тела животного.

Гиппократ (ок. 460-ок. 370 до н.э.) – один из выдающихся ученых

медицины Древней Греции. Изучению анатомии, эмбриологии и физиологии он придавал первостепенное значение, считая их основой всей медицины. Он сформулировал учение о четырех основных типах телосложения и темперамента. Собрал и систематизировал в своих книгах имевшиеся в то время сведения о строении и функционировании тела человека. Положил начало понятию болезнь как смешение жидкостей (гуморальная регуляция).

Таджикский врач и философ Абу Али Ибн Сина, или Авиценна (ок. 980-1037), написал энциклопедический труд «Канон врачебной науки», в котором были систематизированы и дополнены имевшиеся в то время сведения по анатомии и физиологии. Дал обобщенное описание строения и функций человеческого тела, описал болезни, рецепты лекарств, методы хирургического лечения.

Период с Vв. по XVв., именуемый «средними веками», характеризуется возникновением и развитием феодализма. Переход к феодализму сопровождался в Западной Европе разрушением хозяйственных и культурных связей, разобщением и изоляцией отдельных регионов, утратой многих достижений науки и техники и установлением безраздельного господства церковной идеологии. Немногочисленные физиологические факты, полученные учеными древнего мира, во время феодализма намеренно замалчивались, в средние века запрещалось вскрывать трупы, без чего невозможны точные знания строения и функционирования организма. Так, испанский врач Мигель Сервет (1511-1553) за смелые научные воззрения был сожжен на костре вместе со своей книгой.

XV-XVIIIвв. (эпоха Возрождения) – быстрый рост производительных сил, быстрое развитие астрономии, математики, механики, более полное и разностороннее использование природы, открытие новых источников сырья и материалов, а также новых рынков в результате многочисленных путешествий и расширение торговли – изменили экономику Европы и привели к перевороту в общественной жизни европейских стран. Увеличивается число научных учреждений и обществ. Начинают выходить труды многочисленных академий. Издается всевозрастающее количество естественнонаучных сочинений. Создается и расширяется ряд крупных государственных библиотек.

Большой вклад в развитие анатомии внес итальянский ученый и художник эпохи Возрождения Леонардо да Винчи (1452-1519). Он анатомировал около 30 трупов, сделал множество рисунков костей, мышц, внутренних органов, снабдив их письменными пояснениями.

На протяжении многих веков анатомия и физиология рассматривались вместе, изучение строения тела проводили тогда в тесной связи с исследованиями функций. Важнейшим этапом в становлении физиологии принято считать 1628 г., когда английский врач и физиолог Уильям Гарвей опубликовал работу «Анатомические исследования о движении сердца и

крови у животных», в которой изложил основы своего великого открытия – существования двух кругов кровообращения. *1628 год принято считать датой основания физиологии.*

К наиболее значительным достижениям XVII-XVIIIвв. относится сформулированное французским философом и математиком Рене Декартом (1596-1650) представление об «отраженной деятельности организма». Декарт, используя такие факты, как закономерно возникающее при прикосновении к роговице мигание, выдвинул понятие о рефлексе. По его представлению, в мозгу осуществляется механический переход животных духов с одних нервов на другие, а затем отражение от мозга (отсюда – рефлекс) как луча света от гладкой поверхности. Открытие Декарта послужило основанием для дальнейшего развития физиологии на материалистической основе. Позднее представление о рефлексе, значении нервной системы во взаимоотношении между внешней средой и организмом получило развитие в трудах известного чешского анатома и физиолога Георга (Иржи) Прохаски (1748-1820).

К первой половине XVIIIв. относится начало развития физиологии в России, чему в немалой степени способствовало создание Петром I в 1724г. в Санкт-Петербурге Российской Академии наук, Академического университета и Академической гимназии.

С 1738 г. физиологию как самостоятельную дисциплину начали преподавать в Академическом (позже Санкт-Петербургском) университете. Известную роль в развитии физиологии сыграл основанный в 1755 г. Московский университет. В его составе в 1776 году была открыта самостоятельная кафедра физиологии, которую возглавили М.И.Скидан и И.И.Печь. В 1776г. в Санкт-Петербурге была основана Медико-хирургическая академия, которая сыграла в последующем развитии физиологии исключительную роль. Первая диссертация по физиологии была защищена в 1794 г. Ф.М.Борсук-Моисеевым, в ней рассматривались вопросы регуляции дыхательной функции.

В эту эпоху в развитие физиологии внес значительной вклад М.В.Ломоносов (1711-1765), хотя физиология и не составляла предмета его специальных занятий. М.В.Ломоносов открыл закон сохранения материи и энергии, высказал мысль об образовании тепла в самом организме, сформулировал трехкомпонентную теорию цветного зрения, дал первую классификацию вкусовых ощущений.

Ко второй половине XVIIIв. относится начало изучения электрических явлений в живых тканях, когда было обнаружено, что некоторые рыбы (электрический скат, электрический угорь) при охоте используют электрические разряды, оглушая и обездвиживая свою добычу. Первые научные данные о существовании биопотенциалов – «животного электричества» – были получены в конце XVIIIв. в исследованиях итальянских ученых Л.Гальвани (1737-1798) и А.Вольта (1745-1827). Своими, ставшими

уже классическими опытами они достоверно установили факт существования в живом теле электрических явлений. Систематическое изучение биопотенциалов было начато немецким ученым Э.Дюбуа-Реймоном.

В 1738 г. англичанину С.Хейлсу посредством прямого измерения удалось установить величину кровяного давления у лошади в разных сосудистых областях. Тем самым было положено начало дальнейшим продуктивным исследованиям гемодинамики.

В XIXв. в физиологии произошел коренной перелом. Он был подготовлен предшествующим развитием как физиологии, так и тех смежных наук – физики, химии, анатомии, гистологии, эмбриологии – успехи которых легли в основу дальнейшего прогресса науки о функциях организма человека и животных.

Физиология, ставшая экспериментальной наукой, обогатилась большим количеством новых инструментальных методов исследования, позволивших количественно учитывать и регистрировать различные процессы, протекающие в организме – это изобретение К.Людвигом кимографа, приборов для исследования кровяного давления (поплавковый ртутный манометр) и скорости движения крови (кровяные часы); изобретение А.Моссо прибора для изучения кровенаполнения органов (плетизмограф) и для исследования утомления (эргограф); конструирование Э.Мареем прибора для пневматической регистрации малых колебаний давления (капсула Марея) и т.д.

Благодаря использованию инструментальных методов регистрации реакций стали доступными количественное выражение интенсивности различных физиологических процессов и точное измерение их длительности; даже такие быстро протекающие явления, как распространение возбуждения, были подвергнуты пространственно-временному измерению.

Особое значение в развитии физиологии XIXв. приобрела хирургическая методика, позволяющая вести в относительно нормальных физиологических условиях длительное наблюдение над функциями различных органов. Хирургические методы, особенно после того как начали применять наркоз и были разработаны правила антисептики и асептики, обеспечили возможность постановки не только острых, но и хронических опытов. Хирургическая методика дала возможность исследовать многие процессы, протекающие в глубине тела и скрытые от непосредственного наблюдения.

Внедрение в физиологию эксперимента на животных и разработка инструментальных методов исследования позволили физиологам добыть огромный фактический материал о функциях организма, имевший значение для теории и практики медицины. Благодаря этому физиология утвердилась как самостоятельная научная дисциплина со своими задачами, методами и целями. Понимание этого факта привело к необходимости проведения некоторых организационных мероприятий, в первую очередь к созданию кафедр в университетах (в начале XIX столетия анатомия и физио-

логия, а нередко и другие биологические дисциплины были объединены в одну кафедру), а позднее организации физиологических лабораторий и институтов.

В XIX столетии наиболее важные физиологические исследования проводились во Франции, Германии, России и Англии. В этих же странах сложились научные школы.

Немецкий физиолог Эмиль Дюбуа-Реймон (1818-1896) открыл явления физического электротона, показал, что поперечное сечение нерва электроотрицательно по отношению к его длиннику (ток покоя), установил, что «отрицательное колебание» тока покоя является выражением деятельного состояния тканей. Э.Пфлюгер (1829-1910) сформулировал законы действия постоянного тока на возбудимую ткань, составившие основу представлений о процессах возбуждения в живых клетках. Немецкий физиолог Г.Гельмгольц (1821-1894) определил скорость проведения возбуждения по нерву. Эрнст и Эдуард Генрих Веберы открыли тормозящее действие блуждающего нерва на сердце и показали этим, что нервы могут не только возбуждать, но и тормозить деятельность сердца. Эрнстом Вебером установлена зависимость между силой раздражения и ощущениями – эта зависимость получила название закона Вебера.

Среди экспериментальных работ начала XIX столетия выделяются ставшие классическими исследования англичанина Ч.Белла и француза Ф.Мажанди, установивших независимо друг от друга, что дорсальные корешки спинного мозга состоят из центростремительных чувствительных нервных волокон, вентральные – из центробежных двигательных. Тем самым был раскрыт анатомический субстрат спинальной соматической рефлекторной дуги и установлены некоторые особенности её организации.

Под руководством Ф.Мажанди получил научную подготовку Клод Бернар. С именем К.Бернара связан расцвет физиологии во Франции. Его экспериментальные исследования посвящены изучению многих разделов физиологии, патологии и фармакологии. К.Бернар установил гликогенобразующую функцию печени, показал значение ЦНС в регуляции содержания сахара в крови, открыл сосудосуживающие и сосудорасширяющие нервы, обнаружил тонус сосудосуживателей (классический опыт односторонней перерезки симпатического нерва на шее у кролика), провел исследования по физиологии пищеварения (изучал иннервацию слюнных желез, выяснил переваривающие свойства слюны, желудочного и поджелудочного соков), установил парализующее действие кураре на нервное окончание двигательных нервов скелетных мышц.

Английский нейрофизиолог Ч.Шеррингтон (1856-1952) установил однонаправленность проведения возбуждения в рефлекторной дуге и наличие синаптической задержки, описал взаимоусиливающие и взаимоослабляющие (антагонистические) рефлексы, открыл явления облегчения рефлексов, конвергенции нервных импульсов, окклюзии, рефлекторной

отдачи и спинальной индукции. Ему принадлежит описание децеребрационной ригидности и объяснение развития спинального шока. Ч.Шеррингтон сформулировал общие принципы деятельности центральной нервной системы – реципроктности и общего конечного пути, показал, что при осуществлении любого рефлекса нервная система функционирует как единое целое.

Развитие физиологии в США в большой мере обязано Г.Боудичу. Этим ученым была создана научная школа, из которой вышли У.Кеннон, Х.Кушинг. Г.Боудичем в 70-х годах в опытах на сердце был открыт феномен «лестницы», природа которой привлекает внимание физиологов до наших дней, и сформулировал закон «все или ничего».

Знаменательной датой истории физиологии в России явился 1836 г., когда профессор Московского университета А.М.Филомафитский выпустил первый том учебника «Физиология, изданная для руководства своих слушателей». Ему также принадлежит целый ряд исследований в разных областях физиологии. Одним из первых он изучил влияние эфирного наркоза в экспериментах на животных и поставил опыты по переливанию крови.

Среди экспериментальных работ, выполненных русскими физиологами того времени, особое значение имеет предложенная В.А.Басовым операция наложения хронической фистулы желудка собаки (1848). Тем самым впервые в физиологии была показана возможность проведения длительного хронического эксперимента. С этого момента отечественная физиология прочно удерживает первенство в изучении физиологии пищеварения.

Наибольшую славу русской науке доставило открытие И.М.Сеченовым (1862) торможения в центральной нервной системе. Опубликованное И.М.Сеченовым в 1863г. произведение «Рефлексы головного мозга» впервые ввело физиологическую основу в понимание психической деятельности. В этой книге он писал, что все акты сознательной и бессознательной жизни по способу происхождения суть рефлексы. И.М.Сеченов доказал, что психика детерминируется внешними условиями и её формирование зависит от воздействий внешних факторов.

Деятельность И.М.Сеченова относится к тому периоду физиологии, который принято называть классическим. Именно тогда были очерчены проблемы, имеющие широкое значение и остающиеся и сейчас принципиально важными.

Выдающимся учеником И.М.Сеченова в Петербургском университете был Н.Е.Введенский. Он первым обнаружил в мышцах явления оптимума и пессимума, создал теорию о физиологической природе возбуждения и торможения, лабильности и учение о парабиозе. Дальнейшее развитие идеи Н.Е.Введенского получили в лабораториях его ученика А.А.Ухтомского, открывшего закон доминанты в деятельности нервной

системы.

В 60-х годах XIXв. начала складываться физиологическая школа в Казанском университете, где тогда работали Ф.В.Овсянников и Н.О.Ковалевский и в дальнейшем протекала деятельность выдающегося физиолога Н.А.Миславского, описавшего в 1885 г. локализацию дыхательного центра и выполнившего совместно с В.М.Бехтеревым серию исследований о влиянии коры полушарий головного мозга на деятельность внутренних органов.

На развитие отечественной и мировой физиологии огромное влияние оказали работы И.П.Павлова. Большое значение имеют его работы по иннервации сердца, исследования по нервной трофике. Разработав новые, оригинальные методы хирургических операций, И.П.Павлов получил возможность изучать физиологические процессы в целостном организме здорового животного. В 1904 г. И.П.Павлову за работы в области физиологии пищеварения была присуждена Нобелевская премия.

Разрабатывая учение об условных рефлексах, И.П.Павлов создал совершенно новый раздел физиологии – физиологию высшей нервной деятельности.

Большое значение для развития физиологии имели труды и других отечественных ученых: И.Ф.Цион (1842-1912) обнаружил в дуге аорты рецепторы, раздражаемые изменением кровяного давления; В.Я.Данилевский (1852-1939) изучал биоэлектрические явления и термодинамику мышечной ткани; А.Ф.Самойлов (1867-1930) был крупнейшим исследователем в области электрофизиологии; В.В.Правдич-Неминский впервые осуществил регистрацию электрических проявлений деятельности головного мозга – электроэнцефалограмму.

Создателем теории функциональных систем, развивающей рефлекторную теорию и раскрывающую схему приспособлений деятельности организма, является П.К.Анохин (1898-1974). Он предложил теорию системогенеза, сущность которой заключается в том, что к моменту рождения животных и человека, в первую очередь гетерохронно и избирательно созревают функциональные системы, обеспечивающие выживание новорожденного сразу после рождения. Анохиным предложена также теория компенсации нарушенных функций, созданы представления об интегративной деятельности нейрона, о конвергентных механизмах замыкания временных связей на одиночных нейронах мозга и обосновано новое и перспективное направление в физиологии – функциональная нейрохимия.

ЗНАЧЕНИЕ ЛАБОРАТОРНЫХ ЖИВОТНЫХ В РАЗВИТИИ ФИЗИОЛОГИИ

История медицины знает сотни примеров, когда врачи, желая изучить ту или иную болезнь, проводили опасные эксперименты на себе, рискуя здоровьем и жизнью, а порой и теряя её.

К настоящему времени возникли и сформировались десятки различных медико-биологических наук. И очень большую роль в этом сыграли опыты на животных. Животные помогали ученым изучать и развивать анатомию и физиологию, эмбриологию и геронтологию, помогали решать различные вопросы фармакологии и терапии, акушерства и хирургии. Огромную ценность имели опыты на животных по разработке методов и средств борьбы с различными заразными болезнями, раком, лучевой болезнью, алкоголизмом, курением, а также по разработке методов борьбы с вредителями сельских и лесных хозяйств. Человек шагнул в космос лишь после того, как там вначале побывали подопытные животные.

Опыты на животных осуществляются с соблюдением всех требований гуманности, а операции с обязательным обезболиванием. И все же экспериментальные животные во время опытов нередко погибают или их приходится специально усыплять. Но все это делается во имя сохранения здоровья, работоспособности и даже жизни множества людей.

Лабораторные животные – это собаки и кролики, морские свинки и кошки, мыши и крысы, хомячки и летучие мыши, овцы и козы, поросята и телята, ослы и лошади, куры и голуби, различные обезьяны, лягушки, дрозофилы и многие другие.

Если оценить количественно участие животных в различных научных экспериментах, то одно из первых мест заслуженно принадлежит лягушкам, которых не без основания называют ветеранами среди лабораторных животных.

Осенью, с похолоданием воздуха и воды, озерные и прудовые лягушки забираются на дно водоемов, прячутся под нависающими над водой берегами или в подводную растительность и цепенеют. Начинается зимняя спячка, в течение которой они не принимают пищу. Эту их способность (месяцами обходиться без пищи) и используют люди. Лягушки – важный объект изучения биологических дисциплин в учебных заведениях. Каждую осень, когда стоят теплые солнечные дни, в озерах отлавливают лягушек, а затем хранят их в прохладных помещениях в специальных ваннах. Здесь они как бы дремлют и всегда находятся под рукой к услугам преподавателей и студентов. Нужно только ежедневно менять воду в ваннах и поливать лягушек из шланга, чтобы смывать с них накапливающуюся слизь, обладающую ядовитыми свойствами.

В течение многих столетий лягушки служили и сейчас служат зоологам, анатомам, физиологам, врачам, эндокринологам, фармакологам. Еще в

XVII столетии М.Мальпиги изучал капиллярное кровообращение в брыжейке лягушки.

В свое время лягушки сослужили неоценимую службу ученым в разработке важных вопросов физики. Опыты выдающихся итальянских ученых Л.Гальвани и А.Вольта, проведенные в XVIIIв. на лягушках, привели к открытию гальванического тока, что оказало ограниченное влияние на дальнейшее развитие естествознания и техники. Оценивая работы итальянских ученых, нужно сказать, что опыты Гальвани положили начало электрофизиологии, а от опытов Вольта началась электротехника.

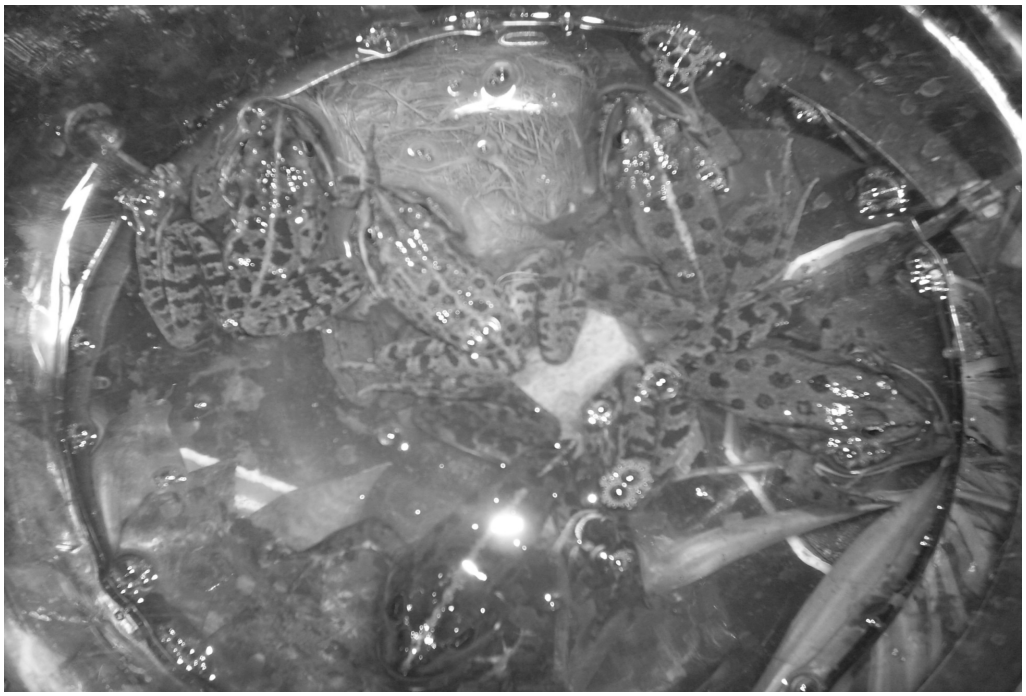


Рис.1. Озерные лягушки

Немецкий физиолог Эмиль Дюбуа-Реймон установил ряд закономерностей, характеризующих электрические явления в мышцах и нервах, обосновал теорию биопотенциалов. Его работы были важным стимулом к дальнейшему развитию электрофизиологии. Определение функциональных способностей сердца с помощью электрокардиограммы берет начало от опытов Э.Дюбуа-Реймона на лягушках и других животных.

Английский физиолог Ч.Белл и французский физиолог Ф.Мажанди в опытах на животных, включая и лягушек, выявили основные закономерности распределения двигательных и чувствительных волокон в нервных корешках спинного мозга (чувствительные волокна вступают в спинной мозг в составе задних корешков, а двигательные выходят в составе передних).

Немецкий естествоиспытатель Г.Гельмгольц в 1850 г. в опытах на лягушках определил скорость распространения нервного импульса (27м/с).

Большое количество опытов на лягушках проводил создатель русской физиологической школы И.М.Сеченов. Многие открытия, обогатив-

шие физиологию, сделаны им именно на лягушках. В частности, он изучал действие алкоголя и яда кураре на нервы и мышцы. На лягушках И.М.Сеченов впервые установил, что в съедобных грибах сыроежках содержится ядовитое вещество, вызывающее остановку сердца. Позже это вещество было выделено из грибов мухоморов, от которых оно и получило свое название – мускарин (от латинского слова musca – муха). Работы И.М.Сеченова на лягушках и других животных помогли ему обосновать рефлекторную теорию. И.М.Сеченов установил, что в средних частях головного мозга лягушки находятся центры, раздражение которых вызывает торможение рефлексов спинного мозга. Открытие «сеченовского торможения» показало, что нервная деятельность состоит из двух процессов – возбуждения и торможения.

До наших дней дошла фотография ученого – И.М.Сеченов сидит на стуле у стола, на котором стоит штатив с укрепленными тремя лягушками.

Рис. 2. И.М.Сеченов в лаборатории

Опыты с лягушками проводили и многие другие наши отечественные и зарубежные ученые. Английский ученый С.Рингер, предложил солевой раствор для физиологических экспериментов, опробовав его на сердце лягушки. Лягушки были постоянным объектом в исследованиях французского физиолога К.Бернара. Именно ему принадлежала мысль об открытии памятника лягушкам. Памятник открыли еще в XIXв. в прославленной Сорбонне – Парижском университете. Так ученые отблагодарили своих бессловесных помощников за участие во многих важных исследованиях и научных открытиях.

Еще один памятник лягушкам поставили в Японии. Его воздвигли в Токио благодарные студенты-медики. Они всегда, десятилетиями использовали лягушек на занятиях по зоологии, анатомии, нормальной и патологической физиологии, а также в лабораторных научных исследованиях. И когда число послуживших на благо науки лягушек достигло там 100 000, в их честь и был сооружен второй памятник.

В 1912 г. всемирно известного русского ученого-физиолога, доктора медицины и профессора, академика Петербургской Академии наук и лауреата Нобелевской премии И.П.Павлова пригласили приехать в Англию, в Кембриджский университет на церемонию присуждения ему звания почетного доктора старейшего в Европе Кембриджского университета и вручения почетного диплома. И.П.Павлова в торжественном сопровождении декана и других докторов, ввели в зал заседаний, когда он подошел под край галереи для публики, перед ним закачалось что-то белое, Иван Петрович взглянул вверх. На хорах он увидел доброжелательно улыбавшуюся молодежь, студентов. Один из них держал в руках веревочку, на конце которой была привязана белая игрушечная собачка, утыканная стеклянными и резиновыми трубочками (они изображали всевозможные фистулы). И.П.Павлов сразу все понял. Он вспомнил, как лет тридцать тому назад здесь так же чествовали Ч.Дарвина. Тогда студенты спустили прямо в руки идущему Дарвину игрушечную обезьянку. Это было символом признания созданного великим биологом эволюционного учения. И.П.Павлов протянул руки, взял собаку и пошел с ней к президиуму.

Подарок кембриджских студентов был своего рода намеком, что главные научные исследования, поднявшие И.П.Павлова на вершину мировой науки, он выполнил на собаках.

Академик И.П.Павлов всегда высоко ценил своих надежных помощников – собак, по его инициативе в Институте экспериментальной медицины в Ленинграде (Санкт-Петербург) установлен памятник собаке. На высоком круглом постаменте сидит бронзовая собака. На самом постаменте – несколько барельефов с изображением различных опытов над собаками и высказываниями об их помощи ученым, принадлежащими перу великого физиолога.

Значительная часть медико-биологических экспериментов проводит-

ся на кроликах. Благодаря этому и появилось распространенное выражение «подопытный кролик». Французский естествоиспытатель К.Бернар на кроликах изучал влияние ЦНС на тонус кровеносных сосудов, К.М.Бэр использовал кроликов для своих эмбриологических исследований. Итальянский анатом Д.Фабриций еще в конце XVI – начале XVIIвв. на кроликах изучал развитие зародыша. Кроликов часто используют в качестве подопытных животных для изучения инфекционных болезней человека и животных.

Рис.3. Памятник собаке

В связи с развитием экспериментальной медицины, ветеринарии, биологии особенно широкое применение получили крысы и мыши.

Многим из того, что мы знаем сегодня об электровозбудимых мембранах, мы обязаны сообщению, сделанному в 1936 г. английским зоологом Дж.Юнгом. Этот ученый обнаружил, что особые длинные тяжи у кальмаров и каракатиц являются не кровеносными сосудами, как считалось ранее, а необычайно толстыми аксонами. Они получили название гигантских аксонов и стали излюбленным объектом для изучения функций мембран: благодаря их очень большому диаметру (до 1мм) можно было

вводить в них в продольном направлении проволочные электроды и записывать потенциалы, а также заменять внутреннее содержимое волокна, создавая любые концентрации ионов.

На рисунке изображен кальмар Loligo и его гигантские аксоны. Благодаря своим крупным размерам эти аксоны быстро проводят возбуждение и тем самым обеспечивают достаточно синхронную активность мышц мантии. Сокращаясь, эти мышцы вызывают резкий выброс воды, и потревоженный кальмар делает бросок назад.

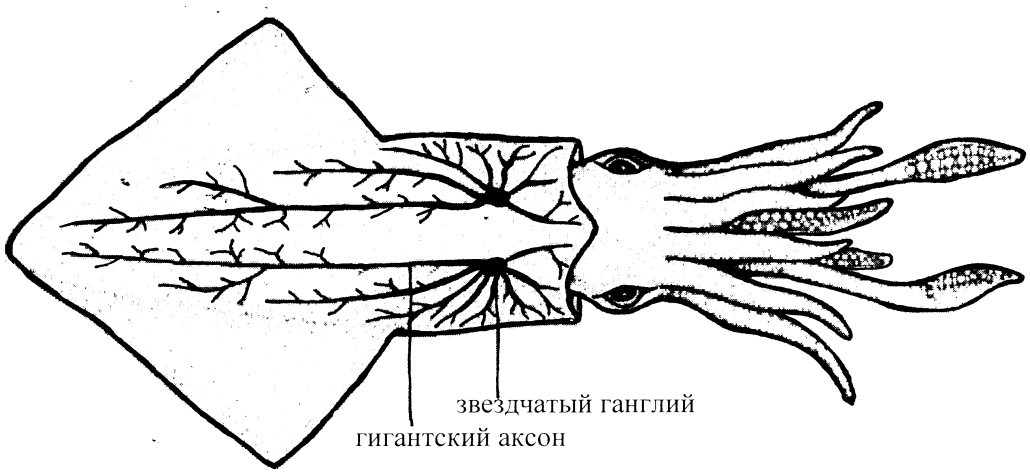


Рис.4. Кальмар и его гигантский аксон

Первые крупные открытия, связанные с экспериментами на гигантских аксонах кальмара, были сделаны в 1939 г. независимо друг от друга К.Коулом и Г.Кертисом (Вудс-Холл, Массачусетс), с одной стороны, и А.Ходжкином и Э.Хаксли (Плимут, Великобритания) – с другой. К.Коул и Г.Кертис показали, что во время генерации потенциала действия проводимость мембраны возрастает без каких-либо существенных изменений ее емкости. А.Ходжкин и Э.Хаксли обнаружили, что мембранный потенциал во время потенциала действия не просто уменьшается до нуля, но меняет свой знак на противоположный.

Таким образом, различные виды лабораторных животных являются неотъемлемым элементом современной биологической, медицинской и ветеринарной лаборатории, без которых невозможна повседневная работа.

ПЕРСОНАЛИИ

Авицена (Абу Али Хусейн ибн-Абдаллах-ибн Сина) (980-1037) – философ, ученый и врач Востока. Написал энциклопедический труд «Канон врачебной науки». В ней обобщены опыт и взгляды греческих, римских, индийских и среднеазиатских врачей. Дал обобщенное описание строения и функций человеческого тела, описание болезней, рецепты лекарств, методы хирургического лечения.

Анохин Петр Кузьмич (1898-1974) – отечественный нейрофизиолог. Разработал теорию функциональных систем. Предложил теорию системогенеза и теорию компенсации нарушенных функций.

Аристотель (384-322 до н.э.) – древнегреческий ученый. Изложил в своих книгах множество фактов о строении и функциях животных организмов. Считал, что самым главным органом является сердце. Дал название «аорта» (от греч. aer – воздух, tereo – содержу) главному кровеносному сосуду организма.

Асратян Эзрас Асратович (1903-1981) – отечественный физиолог. Основные труды по физиологии центральной нервной системы и высшей нервной деятельности.

Бабухин Александр Иванович (1835-1891) – русский физиолог. Показал, что нервное волокно проводит возбуждение в обоих направлениях (закон двустороннего проведения).

Бантинг Фредерик Грант (1891-1941) – канадский физиолог. В 1923 г. Ф.Бантингу и шотландскому физиологу Дж.Маклеоду была присуждена Нобелевская премия за открытие инсулина.

Барани Роберт (1876-1936) – австрийский хирург и физиолог. Выяснил функции одного из важнейших органов чувств – органа равновесия. Р.Барани присуждена Нобелевская премия в 1914 г.

Белл Чарлз (1774-1842) – шотландский анатом, хирург и физиолог. Ч.Белл и французский физиолог Ф.Мажанди независимо друг от друга установили, что дорсальные корешки спинного мозга состоят из чувствительных нервных волокон, вентральные – из двигательных.

Бернар Клод (1813-1878) – французский физиолог и патофизиолог. Обосновал идею об относительном постоянстве внутренней среды у животных организмов (гомеостаз). Выяснил роль ряда секреторных органов в пищеварении, доказал синтез гликогена в печени.

Бернштейн Юлиус (1839-1917) – немецкий физиолог. В 1902 г. предложил мембранную теорию происхождения биоэлектрических потенциалов в возбудимых тканях, оказавшую существенное влияние на последующее развитие электрофизиологии. Показал, что волна сокращения и ток действия в скелетной мышце распространяются с одинаковой скоростью.

Бехтерев Владимир Михайлович (1857-1927) – невролог, психиатр,

психолог. Пользуясь методом условных рефлексов на людях и животных и операциями на животных, исследовал влияние внутренних органов на деятельность головного мозга и регуляцию работы внутренних органов головным мозгом.

Борелли Джованни (1608-1679) – итальянский натуралист. Д.Борелли связал процесс сокращения мышц при их движении с деятельностью нервов. Установил роль межреберных мышц в акте дыхания и впервые представил движение сердца как мышечное сокращение.

Быков Константин Михайлович (1886-1959) – советский физиолог. Разработал представление о принципе двухсторонних связей между корой головного мозга и внутренними органами (кортико-висцеральная теория).

Введенский Николай Евгеньевич (1852-1922) – отечественный физиолог. Открыл ритмический характер процесса возбуждения и доказал неутомляемость нерва, установил закономерности оптимума и пессимума частоты и силы раздражения, на основе которых ввел в физиологию понятие лабильности и определил ее для разных тканей. Предложил теорию нервного торможения как качественной модификации процесса возбуждения, создал учения о парабиозе.

Везалий Андреас (1514-1564) – бельгийский ученый естествоиспытатель. Основываясь на изучении трупов, издал в 1543 г. труд «О строении человеческого тела» в 7 книгах.

Вериго Бронислав Фортунатович (1860-1925) – физиолог. Установил ряд особенностей действия постоянного тока на ткани и показал, что в переносе кровью углекислоты большую роль играет связывание и отдача гемоглобином кислорода.

Гален Клавдий (129-201) – классик античной медицины, древнеримский врач и естествоиспытатель. Впервые ввел в практику медицины эксперимент, что послужило основанием считать его одним из предшественников экспериментальной физиологии. Ввел в практику применение настоев, отваров (галеновы препараты). Основной дошедший до нас труд Галена – «О частях человеческого тела».

Галлер Альбрехт (1708-1777) – швейцарский врач. В 1747 г. сформулировал основные положения своей теории раздражимости (сокращение мышц обусловлено специфической раздражимостью мышечных волокон), чем способствовал возникновению современной физиологии – он ввел термин «физиология» в современном понимании, определив задачи этой науки.

Гальвани Луиджи (1737-1798) – итальянский анатом и физиолог. Опубликовал «Трактат о силах электричества при мышечном движении», в котором обобщил результаты своих опытов по сокращению мышц лягушки. В этих экспериментах он открыл мышечные электрические токи, которым дал название «животного электричества». В своем трактате он развил

теорию животного электричества, в соответствии с которой мышцы и нервы рассматривались как заряженные электрические батареи.

Гарвей Уильям (1578-1657) – английский врач, физиолог и эмбриолог. В 1628 г. У.Гарвей опубликовал свою бессмертную книгу «Анатомические исследования о движении сердца и крови у животных», в которой изложил основы своего великого открытия – существование кровообращения. Рождение физиологии как науки связывают с работами У.Гарвея.

Гельмгольц Герман Людвиг Фердинанд (1821-1894) – немецкий физик и физиолог. Обнаружил и измерил продолжительность одиночного сокращения мышцы, а также разработал теорию ее длительного тетанического сокращения. Он впервые определил скорость распространения возбуждения в нервах. Измерив теплообразование в мышце при ее сокращении, Г.Гельмгольц заложил основы учения об энергетике мышечной работы.

Гиппократ (460-377 до н.э.) – древнегреческий врач и анатом, которого по праву называют отцом медицины. Гиппократ сформулировал учение о четырех основных типах телосложения и темперамента. Собрал в своих книгах имевшие в то время сведения о строении и функционировании тела человека. Положил начало понятию «болезнь» как смешению жидкости (гуморальная теория).

Данилевский Василий Яковлевич (1852-1939) – советский физиолог. В 1891 г. опубликовал книгу «Электрические явления в головном мозге» – первую обобщенную работу по электрофизиологии головного мозга. Открыв в коре головного мозга центры, регулирующие деятельность внутренних органов, он в 1874-1876 гг. установил наличие электрических токов головного мозга, влияющих на активность этих центров. Им выполнены исследования по физиологии сокращения мышц, по действию на организм электрического тока и электромагнитных полей, а также исследования теплотворной способности пищевых веществ.

Декарт Рене (1596-1650) – французский философ, физик и математик. Сформулировал представление о рефлексе, изучая акт мигания при прикосновении к роговице. Выполнил множество исследований, объясняющих структуру и функции организма. Предложил ряд механических теорий для объяснения боли, голода, жажды, зрения, памяти.

Дюбуа-Реймон Эмиль Генрих (1818-1896) – немецкий физиолог. Сформулировал основные законы электрофизиологии (1845), введя в лабораторную практику индукционные аппараты для раздражения нервов и мышц, неполяризующиеся электроды и т.п. Установил, что между внутренним содержимым клетки и наружным раствором в покое существует стационарная разность потенциалов (потенциал покоя), которая закономерно изменяется при возбуждении. Доказал общность биоэлектрических явлений у животных и растений.

Кеннон Уолтер Бредфорд (1871-1945) – американский физиолог.

Кеннону принадлежит открытие адреналина как симпатического передатчика и создание концепции о симпатико-адреналовой системе. Установил, что секреция в кровь увеличенных количеств адреналина происходит при эмоциональных состояниях и приводит к возникновению характерных изменений многих функций организма.

Кравков Сергей Васильевич (1893-1951) – русский физиолог и психофизиолог. Установил закономерности изменения зрения под влиянием световых, слуховых, обонятельных, вкусовых и других раздражений. Выяснил возможность увеличения световой чувствительности глаза при предварительном воздействии на него красным светом и раскрыл роль различных ионов в цветовом зрении.

Ландштейнер Карл (1868-1943) – австрийский иммунолог. Открыл резус-фактор, антигены человеческой крови. Открытие групп крови также принадлежит К.Ландштейнеру, за что ученый в 1930 г. получил Нобелевскую премию.

Леонардо да Винчи (1452-1519) – итальянский художник. Вскрывая трупы, делал рисунки костей, мышц, сердца и других органов и научно описывал их. Сделал попытку объяснить их функции с точки зрения механики.

Лесгафт Петр Францевич (1837-1909) – отечественный анатом и педагог, основоположник спортивной физиологии.

Ломоносов Михаил Васильевич (1711-1765) – русский естествоиспытатель и физиолог. В 1748 г. сформулировал основной закон естествознания – закон сохранения материи и энергии. Высказал мысль об образовании теплоты в самом организме. Задолго до европейских ученых сформулировал трехкомпонентную теорию цветного зрения. Дал первую классификацию вкусовых ощущений.

Людвиг Карл Фридрих Вильгельм (1816-1895) – немецкий физиолог. В 1847 г. изобрел кимограф. Им были предложены манометр для регистрации кровяного давления и кровяные часы для оценки скорости кровотока. Установил существование в продолговатом мозге сосудодвигательного центра, регулирующего величину просвета кровеносных сосудов. Первым осуществил опыты по поддержанию функций изолированных органов животных с применением искусственного кровообращения (метод перфузии).

Мажанди Франсуа (1783-1855) – французский физиолог. Ф.Мажанди и шотландский физиолог Ч.Белл независимо друг от друга установили, что дорсальные корешки спинного мозга состоят из чувствительных нервных волокон, вентральные – из двигательных волокон (закон Белла-Мажанди).

Маршалл Холл (1790-1857) – английский ученый. Описал три компонента рефлекторной дуги (нерв, проводящий возбуждение от периферии к спинному мозгу; собственно спинной мозг; нерв, выходящий из спинно-

го мозга), связь которых он считал основой рефлекса, а также ввел в физиологию термин «дуга рефлекса».

Маттеуччи Карло (1811-1864) – итальянский физик. Провел первые прямые измерения биоэлектрических потенциалов с применением гальванометров.

Мечников Илья Ильич (1845-1916) – русский биолог, патолог и иммунолог. Открыл явление фагоцитоза (1882), на его основе разработал фагоцитарную теорию иммунитета (1883) и теорию сравнительной патологии воспаления (1892). Был одним из основоположников отечественной микробиологии. В опытах на себе доказал роль холерного вибриона как возбудителя азиатской холеры.

Мислявский Николай Александрович (1854-1928) – русский физиолог. Заложил основы современных представлений о связи между кровообращением и дыханием, обнаружив повышение артериального давления при накоплении в организме углекислоты. Указал точное расположение дыхательного центра в продолговатом мозге, и в совместных работах с В.М.Бехтеревым установил, что раздражения коры головного мозга влияют на дыхание и кровообращение. В казанской лаборатории сотрудниками Н.А.Мислявского были открыты так называемые аксон-рефлексы.

Овсянников Филипп Васильевич (1827-1906) – русский физиолог, гистолог, зоолог. Исследовал регуляцию кровообращения центральной нервной системой. Открыл в продолговатом мозге сосудодвигательный центр, регулирующий кровяное давление.

Орбели Леон (Левон) Абгарович (1882-1958) – советский физиолог. Создал современную отечественную эволюционную физиологию. Изучал роль вегетативной нервной системы в деятельности головного мозга, органов чувств и скелетной мускулатуры.

Павлов Иван Петрович (1849-1936) – русский физиолог. Создал учение о высшей нервной деятельности человека и животных. Его исследования привели к открытию условных рефлексов, законов их образования и угасания, созданию учения о типах высшей нервной деятельности, двух сигнальных системах и динамическом стереотипе и т.п. За работы в области физиологии пищеварения И.П.Павлову в 1904 г. присуждена Нобелевская премия.

Пашутин Виктор Васильевич (1845-1901) – русский физиолог и патофизиолог. Создал русскую школу общей патологии (патологической физиологии) и впервые разработал вместе с А.А.Лихачевым точные способы непосредственного измерения всего образующегося в организме тепла (прямая калориметрия).

Пирогов Николай Иванович (1810-1881) – отечественный ученый, хирург. Разработал метод исследования тела человека на распилах замороженных трупов. Впервые применил эфир для наркоза, йод и спирт для предупреждения нагноения ран.

Правдич-Неминский Владимир Владимирович (1879-1952) – советский физиолог. Впервые осуществил регистрацию электрических проявлений деятельности головного мозга – электроэнцефалографию.

Прохаска Иржи (1749-1820) – чешский анатом и физиолог. Выдвинул представление о чувствительных и двигательных нервах. Ему принадлежит введение в физиологию термина «рефлекс».

Пуазейль Жан (1799-1869) – французский врач и физик. Разработал математическое описание законов движения крови в сосудах (формула Пуазейля).

Пуркине (Пуркинье) Ян Эвангелиста (1787-1867) – чешский биолог. Изучил и описал клетки проводящей системы миокарда желудочков сердца (волокна Пуркинье).

Пфлюгер Эдуард (1829-1910) – немецкий ученый. Сформулировал законы физиологического электротона, сокращения и полярный закон, составившие основу представлений о процессах возбуждения в живых тканях.

Рейль Иоган Христиан (1759-1813) – немецкий естествоиспытатель. В 1795 г. начал издавать первый журнал по физиологии – «Архив физиологии».

Ренье де Граафа (1641-1673) – голландский физиолог. Разработал метод искусственных фистул слюнной и поджелудочной желез, который и применил впервые для изучения химизма пищеварения. Он открыл также «Граафовы пузырьки» в яичниках.

Самойлов Александр Филиппович (1867-1930) – русский физиолог. Исследовал электрические явления в живых тканях, впервые высказал гипотезу о химическом механизме передачи возбуждения с нерва на скелетную мышцу и с нейрона на нейрон в ЦНС. Крупнейший исследователь в области электрофизиологии.

Селье Ганс (1907-1982) – канадский биолог, физиолог. Создатель учения о стрессе и общем адаптационном синдроме.

Сервет Мигель (1511-1553) – испанский врач. Изучал малый круг кровообращения, предположил существование в легких капилляров.

Сеченов Иван Михайлович (1829-1905) – русский естествоиспытатель, физиолог. Основатель отечественной школы физиологии. Открыл явления торможения в ЦНС и суммации возбуждения в нервных центрах. Сформулировал главные закономерности рефлекторной активности нервной системы. В работе И.М.Сеченова «Рефлексы головного мозга» излагаются основные идеи рефлекторной теории.

Старлинг Эрнст (1866-1927) – английский физиолог. Исследовал физиологию пищеварения, функции почек и поджелудочной железы. В 1902 г. он открыл секретин – вещество, вызывающее выделение сока поджелудочной железы, и в 1905 г. ввел понятие «гормон». Он выяснил физиологическую роль белков сыворотки крови.

Тарханов Иван Рамазанович (Тархнишвили) (1846-1908) – отечественный физиолог. Открыл кожно-гальванический рефлекс. Обнаружил действие рентгеновских лучей на организм.

Уголев Александр Михайлович (1926-1992) – русский физиолог. Открыл новый тип пищеварения – пристеночное (мембранное), что позволило обосновать трехзвенную систему деятельности пищеварительной системы – «полостное пищеварение – мембранное пищеварение – всасывание». Изучал ферментативную адаптацию пищеварительных желез, сформулировал теории ферментативно-транспортных ансамблей и общего эволюционного происхождения внешней и внутренней секреции.

Ухтомский Алексей Алексеевич (1875-1942) – русский физиолог. Создатель учения о доминанте, возникновение которой определяет характер рефлекторных реакций нервной системы.

Филомафитский Алексей Матвеевич (1807-1849) – русский физиолог. Автор первого в России учебника по экспериментальной физиологии, он одним из первых изучил влияние эфирного наркоза в экспериментах на животных и поставил опыты по переливанию крови.

Хаксли Эндрю Филдинг (р.1917) – английский физиолог. В 1965 г. ему присуждена Нобелевская премия за создание мембранной теории возбуждения.

Ходжкин Алан Ллойд (р.1914) – английский физиолог. В 1965 г. присуждена Нобелевская премия за создание мембранной теории возбуждения.

Цион Илья Фадеевич (1842-1912) – русский физиолог. Открыл центростремительный нерв, вызывающий замедление работы сердца и расширение кровеносных сосудов (совместно с К.Людвигом). Обнаружил нервы, ускоряющие работу сердца, сосудосуживающее действие чревного нерва; окончательно доказал, что симпатические нервные волокна выходят из спинного мозга по передним корешкам. Впервые указал на взаимосвязь возбуждения и торможения в нервной системе. Сформулировал гипотезу о торможении как интерференции двух сталкивающихся волн возбуждения.

Чаговец Василий Юрьевич (1873-1941) – русский физиолог. Впервые предложил ионную теорию происхождения электрических явлений в живом организме. В 1906 г. В.Ю.Чаговец предложил конденсаторную теорию раздражения тканей и доказал, что возбуждающее действие электрического тока обусловлено конденсаторным накоплением ионов на полупроницаемых мембранах живых тканей.

Черниговский Владимир Николаевич (1907-1981) – отечественный физиолог. Доказал существование во всех тканях и органах организма механо- и хеморецепторов, разработал новые методы изучения функциональных свойств интерорецепторов и эффектов их возбуждения. Ему принадлежат также исследования нервной и гуморальной регуляции системы крови, что послужило основанием считать его одним из предшественников

экспериментальной физиологии.

Шатерников Михаил Николаевич (1870-1939) – русский физиолог. Разрабатывал проблемы обмена веществ и энергии в физиологии питания. Совместно с И.М.Сеченовым создал одну из первых в мире камер для изучения обмена веществ человека, содействовал формированию отечественной витаминологии. Положил начало разработке физиологических норм питания. В 1920 г. основал Институт физиологии питания.

Шванн Теодор (1810-1882) – немецкий физиолог, гистолог. Объяснил функцию желчи при пищеварении, связав ее с процессом переваривания («животное омыление»). Создатель клеточной теории. Открыл оболочку нерва («шванновскую»).

Шеррингтон Чарлз Скотт (1857-1952) – английский нейрофизиолог. Установил однонаправленность проведения возбуждения в рефлекторной дуге и наличие синаптической задержки, описал взаимоусиливающие и взаимоослабляющие (антагонистические) рефлексы, открыл явления облегчения рефлексов, конвергенции нервных импульсов, окклюзии, рефлекторной отдачи и спинальной индукции. Ему принадлежит описание децеребрационной ригидности и объяснение развития спинального шока. Шеррингтон сформулировал общие принципы деятельности ЦНС – реципроктности и общего конечного пути, показал, что при осуществлении любого рефлекса нервная система функционирует как единое целое. Работы Ч.С.Шеррингтона были отмечены Нобелевской премией в 1932 г.

Эйнтховен Виллем (1860-1927) – голландский физиолог. Впервые зарегистрировал электрические потенциалы сердца, разработал теорию и способы отведения электрокардиограммы у человека, применил этот метод для диагностики заболеваний сердца. Его работы в 1924 г. были отмечены Нобелевской премией.

Эриан Эдгар Дуглас (1889-1977) – английский физиолог. Создатель фундаментальных трудов по нейрофизиологии. Зарегистрировал электрическую активность отдельных нервных клеток, установил роль рефрактерного периода в ритмической деятельности нервной системы. Разработал метод прямого раздражения коры головного мозга с целью выяснения природы корковых потенциалов. Открыл соматосенсорную зону коры головного мозга.

Эрлангер Джозеф (1874-1965) – американский физиолог, один из основоположников электрофизиологии. Основные труды посвящены исследованию биоэлектрических явлений в нервной ткани.

Якубович Николай Мартынович (1817-1879) – русский анатом, гистолог и физиолог. Открыл скопление нервных элементов (ядра) в спинном мозге. Его именем назван центр парасимпатической нервной системы в области среднего мозга – ядро Якубовича.

АВИЦЕННА

Абу Али Хусейн ибн Абдаллах ибн Хасан ибн Али ибн Сина – таково полное имя крупнейшего ученого средневекового Востока – Ибн Сины (латинизированное имя – Авиценна).

Хусейн ибн Сина (980-1037) – родился в селении Афшани, близ Бухары, в нынешнем Таджикистане. Отец Ибн Сины – Абдаллах, занимался финансовыми делами.

Хусейн с раннего возраста проявлял исключительные способности и одаренность. В десятилетнем возрасте он свободно читал Коран и знал произведения многих арабских классиков. В Бухаре Хусейн изучает арифметику, мусульманское законодательство, логику, философию, геометрию и астрономию.

В 14 лет Хусейн увлекается медициной. В 16 лет его уже приглашают лечить самого эмира Бухары Нуха ибн Мансура. Ему удалось правильно поставить диагноз и облегчить страдания больного. В знак благодарности эмир разрешил молодому врачу пользоваться дворцовой библиотекой – одной из богатейших на Востоке, много времени провел здесь Хусейн, изучая медицинские трактаты.

Взятие Бухары тюрками вынудили Ибн Сину в 1002 г. покинуть город и уехать в Ургенч, ко двору правителей Хорезма. И здесь Авиценна продолжал лечить больных, читал лекции, показывая, как из растений и минералов следует готовить лекарства.

В 1012 г. обстоятельства вынуждают Ибн Сину пуститься в новое путешествие – покинуть Хорезм, и переехать в Иран. Здесь он создал основные научные труды своей жизни. Ему приписывают свыше 450 сочинений. Наибольшую же славу ему принес «Канон врачебной науки» («Canon medicinea») – медицинская энциклопедия в 5 частях. Для изложения своих научных взглядов Ибн Сина пользовался стихотворной формой. В этом энциклопедическом труде Ибн Сина дает обобщенное описание строения и функций человеческого тела, описывает болезни и способы их лечения, приводит рецепты лекарств.

Ибн Сина умер в 1037 г. в возрасте 58 лет. Его последними стихами были:

От праха черного и до небесных тел
Я тайны разглядел мудрейших слов и дел,
Коварства я избег, распутал все узлы,
Лишь узел смерти я распутать не сумел.

Легенда рассказывает, что великий врач, почувствовав приближение конца дней своих, решил дать бой смерти. Ослабевшими руками он приготовил 40 лекарств в 40 сосудах. Самому верному ученику поручил давать их в строго определенном порядке, лишь только он потеряет сознание. Юноша старательно выполнил предписание, осталось последнее, сороковое лекарство. Изможденный старик постепенно превращался в цветущего молодого человека. Потрясенный увиденным юноша не справился с волнением, из его трясущихся рук сосуд выпал, лекарство разлилось по песку и ушло в глубину земли.

ПЕТР КУЗЬМИЧ АНОХИН

П.К.Анохин (1898-1974) – отечественный нейрофизиолог, родился в г.Царицыне.

В 1921-1926гг. – студент Ленинградского государственного института медицинских знаний. Под руководством В.М.Бехтерева на 1-м курсе проводит первую научную работу «Влияние мажорных и минорных колебаний звуков на возбуждение и торможение в коре головного мозга.

В 1926-1930гг. – ассистент, доцент кафедры физиологии Ленинградского зоотехнического института, одновременно работал в Павловской лаборатории. На кафедре выполнил исследования по изучению особенностей кровоснабжения головного мозга, влияния ацетилхолина на сосуды и секреторную функции слюнных желез.

В 1930-1935гг. – заведующей кафедрой физиологии Горьковского медицинского института и кафедрой физиологии биологического факультета Нижегородского университета.

В 1935-1944гг. заведующий отделом нейрофизиологии ВИЭМ. В отделе продолжил углубленные исследования проблемы центра и периферии в нервной деятельности не только в общебиологическом, но и в эмбриологическом аспекте.

В 1944-1950гг. заведующий отделом физиологии нервной системы института физиологии АМН СССР, с 1946 г. – заместитель директора института по научной работе, с 1949 – директор института.

В 1950-1952гг. заведующий кафедрой физиологии Рязанского медицинского института.

В 1951-1958гг. заведующий лабораторией физиологии и патологии

Института хирургии им. А.В.Вишневского АМН СССР. В лаборатории продолжил исследования по высшей нервной деятельности, патогенезу гипертонической болезни, исследовал вопросы гипотермии, роль ретикулярной формации в механизме наркоза, болевых ощущениях и т.д. Результаты исследований по изучению закономерностей компенсации нарушенных функций обобщил в работе «Общие принципы компенсации нарушенных функций и их физиологическое обоснование» (1955).

В 1955-1974гг. – заведующий кафедрой нормальной физиологии 1-го Московского ордена Ленина и ордена Трудового Красного Знамени медицинского института им. И.М.Сеченова. В этот период П.К.Анохин разрабатывает и окончательно формулирует основные положения теории функциональных систем, развивающую рефлекторную теорию и раскрывающую схему приспособительной деятельности организма. П.К.Анохин предложил свое собственное понимание подкрепления, отличное от классического (Павловского). Он рассматривал подкрепление не как эффект действия безусловного раздражителя, а как афферентный сигнал о самой реакции, свидетельствующий о соответствии ожидаемому результату (акцептору действия).

На основе теории функциональных систем разработал теорию системогенеза, сущность которой заключается в том, что к моменту рождения животных и человека, в первую очередь, гетерохронно и избирательно созревают функциональные системы, обеспечивающие выживание новорожденного сразу после рождения.

П.К.Анохин исследовал и предложил новую трактовку роли ретикулярной формации в механизмах сна и бодрствования, механизмах боли и избирательного действия наркотических средств, нейрохимическую трактовку различных компонентов вызванного потенциала, экспериментально обосновал конвергентную теорию замыкания условного рефлекса, предложил гипотезу интегративной деятельности нейрона.

ФРЕДЕРИК БАНТИНГ

Фредерик Грант Бантинг (1891-1941) – канадский химик и физиолог. Родился 14 ноября 1891 г. в небольшом канадском городке Аллистон в фермерской семье. После окончания школы по воле своих родителей в 1912 г. Фредерик поступает на богословский факультет Торонтского университета, но уже через год переводится на медицинский факультет. В 1916 г., получив степень бакалавра медицины, он просит о направлении его в армию (шла Первая мировая война). В течение двух лет Бантинг служил военным хирургом в Англии, а затем во Франции, был тяжело ранен и демобилизован из армии.

После демобилизации Ф.Бантинг некоторое время работает хирургом в детской больнице, а в 1920 г. его приглашают на должность препаратора в университете Западного Онтарио. Уже через год он становится доцентом медицинской школы университета. С1921 по 1922 гг. Ф.Бантинг читает лекции по фармакологии в Торонтском университете.

В 1922 г. в этом же университете он защитил докторскую диссертацию, темой диссертации была болезнь – сахарный диабет. Тему исследования Бантинг определил практически случайно. Один из его близких друзей умер от диабета. Смерть друга глубоко потрясла Бантинга и заставила заняться поиском средств для лечения этой болезни.

Исследования начались в 1920 г. Ф.Бантинг обратился к заведующему кафедрой Джону Маклеоду, считавшемуся ведущим специалистом по диабету, за помощью в проведении экспериментов. Но вначале получил отказ, профессор не принял всерьез намерения начинающего ученого.

Несмотря на запрещения профессора Д.Маклеода пользоваться его лабораторией, Ф.Бантинг вместе со студентом-медиком Чарльзом Бестом на свои небольшие сбережения покупал собак и ставил опыты по удалению поджелудочной железы, вызывая сахарную болезнь. В 1921 г. после напряженных экспериментов они ввели животным взятую у здоровых собак вытяжку поджелудочной железы – инсулин, и концентрация сахара в крови больных собак снизилась.

Ф.Бантинг и Ч.Бест из поджелудочной железы выделили экстракт с высокой биологической активностью, обладающий способностью снижать уровень сахара в крови. Так, в 1921 г. они, основываясь на предшествующих исследованиях, получили в чистом виде гормон островков лангерганса – инсулин. В том же году ученые сообщили о результатах своих исследований на заседании клуба «Физиологического журнала» Торонтского университета, а чуть позднее выступили перед членами американского физиологического общества.

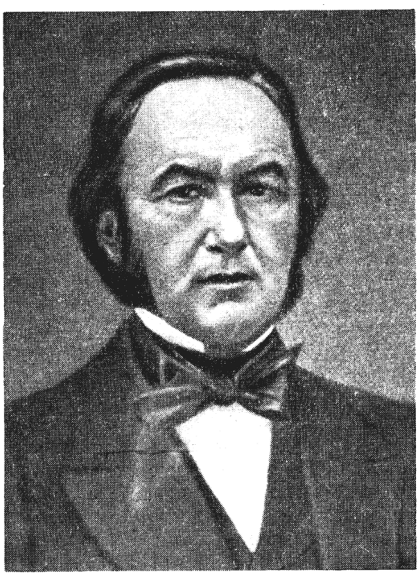
Профессор Д.Маклеод, убедившись в перспективности исследований, использовал все возможности своей кафедры для продолжения исследований, получения и очистки инсулина. Он привлек к работе биохимика Д.Б.Коллина, который очень быстро поставил процесс на поток. В январе 1922 г. Бантинг и Бест испытали действия нового препарата на себе. В это время госпитализировали 14-летнего мальчика в состоянии диабетической комы. Только применение инсулина спасло его от неминуемой смерти. Следующим, кого вернул к жизни Ф.Бантинг, был его друг – врач Джилькриста, ставший его верным помощником.

В 1923 г. Ф.Бантинг вместе с Д.Маклеодом стали лауреатами Нобелевской премии. Часть своей премии Бантинг разделил с Бестом, сказав, что без него «не было бы открытия». Столь быстрое международное признание открытия объясняется тем, что до 1921 г. диабет был неизлечимой болезнью из-за отсутствия эффективных лекарств.

В 1928 г. Бантинг читал лекции в Эдинбурге. Был избран членом многих медицинских академий и обществ в своей стране и за рубежом. В 1934 г. в Великобритании его посвятили в рыцари и избрали членом Лондонского Королевского общества.

В начале Второй мировой войны Ф.Бантинг добровольно поступает на службу в канадскую армию в качестве офицера связи, он осуществлял связь между английскими и канадскими медицинскими службами. 21 февраля 1941 г. Ф.Бантинг погиб при аварии самолета в Ньюфаундленде.

КЛОД БЕРНАР



Клод Бернар (1813-1878) – французский физиолог и патофизиолог. Родился 12 июля 1813 г. в семье винодела недалеко от Вильфранша – небольшого французского городка на берегу Сены. Начальное обучение получил в школе этого городка. В 1834 г. поступил в высшую Медицинскую школу Парижа, где стал учеником великого французского физиолога Ф.Мажанди. По окончании учебы в 1839г. Ф.Мажанди пригласил своего способного ученика К.Бернара работать в свою лабораторию в Коллеж де Франс. Вначале К.Бернар был ассистентом в лаборатории Ф.Мажанди, в 1843 г. получил звание доктора медицины за работу о роли желудочного сока в пищеварении. С 1847 г. стал заместителем Ф.Мажанди, а в 1855 г., после его смерти, возглавил кафедру экспериментальной медицины.

К.Бернар работал почти во всех областях современной ему физиологии. Первая работа К.Бернара, посвященная анатомии и физиологии слюнной железы (1843), положила начало его исследованиям по физиологии пищеварения. В 1849 г. ученый сделал свое первое крупное открытие, выяснив, что поджелудочная железа секретирует не только вещества, способствующие перевариванию белков и углеводов, но и фермент, расщепляющий жиры. Некоторые из его наблюдений над собаками с удаленной поджелудочной железой способствовали спустя 72 года открытию инсулина. В 1848 г. Бернар открыл гликоген и установил роль печени в углеводном обмене.

В 1858 г. К.Бернар в деталях описал свое следующее крупное открытие: он установил, что просвет кровеносных сосудов регулируется симпатической нервной системой.

Клод Бернар ввел понятие о внутренней среде организма. Выяснив значение крови и лимфы как «внутренней среды» для всех клеток, он показал, что она является источником, из которого клетки получают питательные вещества и в которую они отдают продукты своего обмена. Он указал на постоянство состава внутренней среды, что является существенным условием для жизни клеток.

Кроме работ по физиологии пищеварения, обмену веществ и нервной регуляции кровообращения, широко известны труды К.Бернара по изучению функций крови, механизмов теплообразования, электрических явлений в тканях животных, функций различных нервов, действию анестезирующих и наркотических веществ. В лаборатории К.Бернара работали известные русские ученые: Н.М.Якубович, Ф.В.Овсянников, И.М.Сеченов, И.Р.Тарханов.

В 1854 г. К.Бернар становится академиком французской Академии наук по секции «Медицина и хирургия». В 1853 г. его приглашают на организованную для него кафедру общей физиологии естественного факультета Парижского университета; с 1855 г. – профессор экспериментальной физиологии в Коллеж де Франс. В 1868 г. он переходит в Музей естественной истории на кафедру сравнительной физиологии.

Клод Бернар скончался 10 февраля 1878 г. в возрасте 65 лет, став первым французским ученым, удостоенным публичных похорон.

АНДРЕАС ВЕЗАЛИЙ

Андреас Везалий (1514-1564) – бельгийский ученый естествоиспытатель. Родился 31 декабря 1514 г. в Брюсселе (Бельгия). Несколько поколений семьи, в которой родился Андреас, были учеными-медиками и знатоками медицинских трудов исторического характера. Отец служил придворным аптекарем, и путь Андреаса в медицину был прямой.

В 16-летнем возрасте Андреас получил классическое образование в Брюсселе. В 1530г. он поступил в Лувенский университет, где изучал греческий и латинский языки, математику, риторику.

У А.Везалия рано обнаружилась склонность к анатомии. В свободное от университетских занятий время он с огромным увлечением вскрывал и тщательно препарировал домашних животных. Эта страсть не оста-

лась незамеченной. Придворный врач и друг отца Андреаса, интересовавшийся судьбой юноши, порекомендовал ему обучаться медицине.

В 1533 г. Андреас отправляется изучать медицину в Париж. Здесь он более четырех лет занимается анатомией, слушает лекции итальянских врачей. Занятия по анатомии предполагают практику на человеческом материале. Везалию для анатомических исследований необходимы были трупы умерших людей. Но с этим вопросом всегда были сложности, это занятие никогда не было богоугодным делом. Увлеченный страстью научного исследования, Везалий уносил с кладбищ и мест казни трупы.

В 1536 г. Везалий возвращается в Лувен, где продолжает заниматься любимым делом вместе со своим другом Г.Фризием, который в дальнейшем стал известным врачом. Вместе с ним Везалий, скрепив кости проволокой, изготовил полный анатомический скелет человека. Для изготовления скелета они похищали трупы казненных, обрезали мягкие ткани и вываривали кости.

В 1537 г. Везалий получил степень бакалавра медицины в Лувенском университете, в том же году он удостоен степени доктора медицины и кафедры в Падуанском университете.

После того как Везалий публично продемонстрировал вскрытие, Сенат Венецианской республики назначил его профессором хирургии с обязательством преподавать анатомию.

Основные научные работы Везалия посвящены анатомии человека. В 1538 г. ученый опубликовал Анатомические таблицы – шесть листов гравюр, выполненных С.Калькаром, учеником Тициана. В них Везалий уточнил и пополнил анатомическую терминологию, проиллюстрировал новые данные о строении тела человека. Убедившись в том, что многие анатомические тексты Галена, известного римского врача, основаны на результатах вскрытий животных и, следовательно, не отражают специфики анатомии человека, Везалий решил предпринять экспериментальные исследования человеческого тела. Итогом стал трактат «О строении человеческого тела» (1543).

Труд Везалия явился началом современной анатомии, в нем впервые в истории анатомии было дано не умозрительное, а вполне научное описание строения человеческого тела, основанное на экспериментальных исследованиях.

В 1543 г. Везалий стал придворным врачом императора Священной Римской империи Карла V, приобрел обширную частную практику и высокую репутацию. После отречения Карла V в 1556 г. поступил на службу к его сыну Филиппу II, королю Испании.

После смерти в 1562 г. Г.Фаллопио, занимавшего кафедру анатомии в Падуе, Везалий решил вернуться к исследовательской работе. В мае 1564г. Везалий получил свою прежнюю кафедру и до начала нового семестра отправился в путешествие в Иерусалим. На обратном пути судно,

на котором плыл Везалий, потерпело кораблекрушение и было выброшено на о.Занте, на острове Везалий тяжело заболел и умер в октябре 1564 г.

ЛЕОНАРДО ДА ВИНЧИ

Леонардо да Винчи (1452-1519) – итальянский художник, изобретатель и анатом. Родился Леонардо 15 апреля 1452 г. в небольшом городке Винчи, детство его прошло во Флоренции в доме отца, нотариуса Пьетро да Винчи, и мачехи.

Заметив способности сына, отец в четырнадцать лет отдал его в ученики к известному художнику и скульптору Андреа дель Верроккьо, одному из самых знаменитых в Италии художников.

Между 1476-1478 гг. Леонардо открывает собственную мастерскую. В 1481 г. Леонардо уезжает в Милан, этот период длится почти 20 лет, и за это время он получает признание. К этому периоду относятся наиболее крупные произведения Леонардо, в Милане он создает свою первую скульптуру. В это же время Леонардо увлекается анатомией. Он знакомится с известным анатомом Марко Антонио дель Торе и делает несколько иллюстраций к его анатомическому атласу.

Леонардо да Винчи изучал пропорции человеческого тела – ребенка и взрослого. Он вскрывал трупы мужчин и женщин различных возрастов и делал многочисленные зарисовки, сопровождая их описанием. Систематическое изучение человеческого тела позволило ему сделать огромное количество анатомических рисунков. Он составил отдельную книгу по анатомии лошади, включив в нее 40 таблиц с рисунками.

В своих физиологических исследованиях Леонардо да Винчи много внимания уделял органам чувств, которые, как определял ученый, служат проводниками приходящих извне раздражений. Но раздражения могут исходить изнутри тела, из души, обиталищем которой он считал головной мозг. Из картины внешнего мира в мозгу образуется «общее чувство», сохраняющееся в памяти. Головной мозг руководит сознательными и бессознательными движениями, которые подчиняются законам механики. Леонардо тщательно исследовал движения тела при ходьбе, беге, прыжках. Движения души он изображал на своих рисунках как радость, смех, плач, боль, ужас. В психологии это называется физиогномикой.

Леонардо да Винчи представляет собой единственный пример великого живописца, для которого его искусство не было главным делом жизни. Он был также ваятелем и зодчим, философом и математиком, инженером, механиком, физиком и астрономом, гидротехником и фортификатором, анатомом и оптиком, геологом, зоологом и ботаником.

Но этот перечень не исчерпывает его занятий. Достаточно привести

лишь некоторые заглавия записок, оставленных Леонардо, чтобы представить масштаб его личности – «Трактат об архитектуре и военном деле», «Анатомическая рукопись», «Трактат о свете и тени», «Трактат о глазе», «Трактат о живописи», «Трактат о движении и измерении воды». Однако мало какие научные идеи находили отклик у современников, они слишком опережали время и воспринимались как гениальная фантазия, как игра ума.

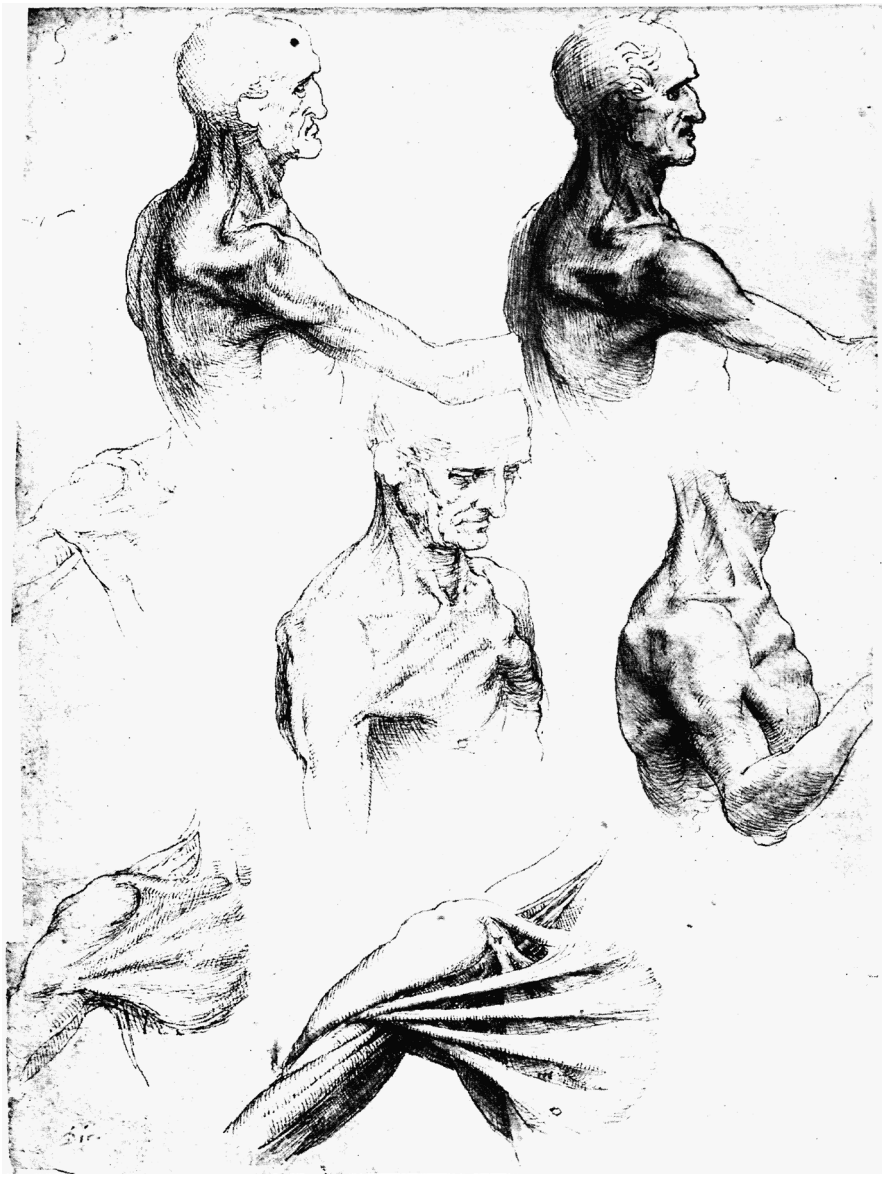


Рис.5. Леонардо да Винчи. Плечевой пояс мужчины. Этюд. 1510 г.

Леонардо нигде не задерживался подолгу, переезжал из одного итальянского города в другой. С 1516 г. Леонардо находится во Франции, куда он приезжает по приглашению короля. Там он жил в королевском замке, неподалеку от г.Амбуаза, где и умер 2 мая 1519 г.

АЛЕССАНДРО ВОЛЬТА

Алессандро Вольта (1745-1827) – итальянский физик, физиолог и химик. Вольта родился 18 февраля 1745 г. в небольшом итальянском городке Комо, близ Милана. А.Вольта рано начал увлекаться естественными науками, изучением электрических явлений. В 1769 г. им опубликована первая научная статья о лейденской банке (простейшем конденсаторе).

В 1774-1779 гг. он преподавал физику в гимназии г.Комо и продолжал заниматься исследованиями в области электричества. Исключительный экспериментальный талант и строгая логическая последовательность исследований привели молодого ученого к изобретению ряда приборов: электрофора, электрического пистолета, водородной лампы. Последние приборы – результат изучения «горючего газа» болот или, как его называют в настоящее время «биогаза», «болотного газа». Изучая «горючий газ», Вольта открыл «метановое брожение» – процесс анаэробного превращения биомассы в смесь газов, основной компонент которого – метан. Производство биогаза из сельскохозяйственных отходов в настоящее время является одним из путей решения энергетических проблем в сельских районах.

В 1779 г. Вольта стал профессором университета в Павии, считавшегося одним из лучших в Италии. В Павии он проработал до 1799 г. и даже стал ректором университета. После этого А.Вольта несколько лет живет в Париже, где продолжает преподавать и заниматься научными исследованиями, затем снова возвращается в Павию.

С1815 г по 1819 г. он является деканом философского факультета Падуанского университета, после чего выходит в отставку и переезжает в Комо.

В 1791 г. итальянский физиолог Луиджи Гальвани опубликовал «Трактат о силах электричества при мышечном движении», в котором выдвинул идею о существовании «животного электричества». Гальвани заметил, что, если соединить металлическим проводником мышцы и нервы препарированной лягушки, происходит сокращение ее мышцы, т.е. появляются кратковременные импульсы электрического тока в мышцах лягушки.

Опытами Гальвани заинтересовался А.Вольта и воспроизвел их. Первые же эксперименты подтвердили наблюдения Гальвани, но Вольта не ограничился простым повторением. Он разнообразил эксперименты, менял виды проводников, эксперименты проводил не только на лягушках, но и на других животных (ящерицах, мухах и т.д.) и вскоре обнаружил несоответствие выводам Гальвани. Вольта установил, что источником электричества является контакт разнородных металлов с раствором электролита, которым насыщена мышечная ткань. То есть электричество возникает не в мышце. Результатом этого исследования стало появление прибора, источника тока под названием *вольтов столб*, более известном как

гальванический элемент.

Казалось бы, существование «животного» электричества было опровергнуто. Но спор физиолога и физика на этом не закончился. Последующий ход событий внес ясность. Гальвани был прав в отношении способности биологического объекта генерировать электричество (он продемонстрировал это в экспериментах последних лет жизни, в которых не использовал металлических проводников, препаровку проводил с помощью стеклянных крючков, а нервно-мышечные препараты располагал так, что цепь замыкалась только между нервом и мышцей одной или двух лапок лягушки).

Спор Гальвани и Вольта длился около 30 лет и оказался очень плодотворным, побуждая соперников ставить все новые и новые опыты. В результате Вольта удалось изобрести источник постоянного тока, а Гальвани – окончательно доказать существование биоэлектрических потенциалов. Опыты Гальвани положили начало электрофизиологии, а опыты Вольта – электротехнике. По иронии судьбы элемент Вольта стал называться гальваническим, а электрические потенциалы живых объектов, открытые Гальвани, принято измерять в вольтах.

КЛАВДИЙ ГАЛЕН

Клавдий Гален (129-199) – римский врач и естествоиспытатель. Гален родился в городе Пергаме, до наших дней от этого города сохранились лишь развалины (г.Пергам вошел в историю человечества благодаря изобретенному здесь пергаменту).

Отцу Галена, известному архитектору и влиятельному человеку, приснился сон, воспринятый им как знамение, велящее отдать сына на службу медицине. Клавдию уже минуло 17 лет, он изучал философию, математику и естественные науки, особо увлекался геометрией, но воле отца не перечил. Около пяти лет старательно воспринимал он мудрость своих наставников – врачей Пергама. Затем совершенствовался по врачеванию, посвятив несколько лет странствиям по культурным центрам Европы и Востока.

Возвратившись в Пергам, 29-летний Гален становится врачом-хирургом при школе гладиаторов и славится свом искусством лечения ранений, вывихов и переломов.

В 33 года Гален переезжает в Рим, где получает должность придворного врача императора Марка Аврелия, а после его смерти – у его сына Комода. Леча больных из римской знати, он не отказывал в помощи и неимущим. Слава гениального и искусного врача была так велика, что в Древнем Риме были выпущены в обращение монеты с изображением Галена.

По настоянию своих друзей Гален открыл курс лекций по анатомии, который читал в храме Мира. На эти лекции приходили не только врачи, но и интересующиеся наукой горожане.

Гален ввёл в медицину вивисекцию, эксперименты на животных, впервые разработал методику вскрытия мозга. Опыты проводились на свиньях, коровах и других животных. Гален никогда не делал вскрытий человеческого трупа, все его анатомические представления были выстроены по аналогии со строением тела животных. Гален много писал о функциях отдельных органов. Некоторые его взгляды, например, на кровообращение, пищеварительную и дыхательную систему были ошибочны. Одной из крупных ошибок, допущенной им и долго удерживающейся в науке под влиянием его авторитета, было его убеждение в том, что воздух поступает непосредственно в сердце через дыхательные пути, а кровь проходит из одного желудочка сердца в другой через отверстие в перегородке между желудочками.

Занимаясь лечением гладиаторов, Гален смог существенно расширить свои анатомические познания. Он описал многие подробности строения человеческого тела, дал названия некоторым костям, суставам и мышцам, сохранившимся в медицине до настоящего времени. В трудах Галена описаны многие болезни органов человека, даны практические советы по лечебной гимнастике и рекомендации, как надо прикладывать компрессы, ставить пиявки, оперировать раны.

Приводит Гален и целый ряд рецептов порошков, мазей, настоек, вытяжек и пилюль. Его рецепты, в несколько измененном виде, применяются до сих пор и носят название «галеновых препаратов» (лекарственные средства, изготовляемые путем обработки растительного или животного сырья и извлечения из него действующих начал). К галеновым препаратам относят настойки, экстракты, сиропы, воды, масла, спирты, пластыри, горчичники.

Гален написал около 400 трактатов, до нас дошли лишь около сотни. Помимо взглядов самого Галена в них содержались имена и открытия его современников, чьи труды затерялись во мраке веков или сгорели при пожарах в книгохранилищах. Основные дошедшие до нас сочинения Галена – «О частях человеческого тела», «Анатомия».

В соответствии с религиозными представлениями Гален развивал мысль, о том что каждый орган человеческого тела создан богом в наиболее совершенной форме и в предвидении той цели, для достижения которой этот орган предназначен. Это обстоятельство способствовало упрочению авторитета Галена в средневековой христианской Европе. Его работы

признавались непогрешимыми. Ни одна из описанных Галеном деталей строения тела не подлежала проверке, и все его ошибки повторялись в последующие века. Вплоть до эпохи Возрождения анатомия и физиология представляли собой отражение того, что было сделано Галеном.

ЛУИДЖИ ГАЛЬВАНИ

Луиджи Гальвани (1737-1798) – итальянский анатом и физиолог, родился в 1737 г. в Болонье. В то время Болонья была достаточно крупным культурным, торговым и промышленным центром и славилась своим старинным университетом, основанным в 1158 г.

Первоначально Гальвани серьезно занимался богословием и готовился стать монахом, но затем поступил в местный университет на медицинский факультет, который закончил в 1759 г. В 1762 г. получил степень доктора медицины, защитив диссертацию на тему «О костях». После этого стал заведующим кафедрой анатомии, и параллельно занимался хирургией и акушерством.

Известность Гальвани принесли его опыты по изучению мышечного сокращения. Согласно легенде на эти исследования его натолкнула наблюдательная супруга. Госпожа Гальвани сама ходила в мясную лавку за говядиной. А там продавали не только говядину, баранину, свинину и другие продукты, но и лягушачьи лапки, которые у итальянцев считаются деликатесом. Посмотрев на лягушачьи лапки, синьора Гальвани заметила, что лапка лягушки, висевшая на медном крючке, вздрагивала, точно живая. Она рассказала об этом мужу и обвинила мясника в близости к нечистой силе. Пришлось профессору самому сходить в мясную лавку и посмотреть, что там происходит. Вначале он решил, что сокращения мышц лягушачьих лапок происходит под влиянием атмосферного электричества. Но решил проверить это и начал свои опыты.

В 1771 г. он открыл феномен сокращения мышц препарированной лягушки под действием электрического тока. В самом этом факте с физической точки зрения не было ничего нового, явление электрической индукции было объяснено еще в 1779 г. Но Гальвани подошел к факту не как физик, а как физиолог, его заинтересовала способность мертвого препарата проявлять себя как живой материал. Он тщательно исследовал этот феномен, меняя самые разные параметры: положение в теле лягушки электрического провода с током, источники электричества и т.д.

О том, что электрический ток приводит к сокращению мышц животных, было известно давно, но Гальвани, заметивший действия разряда на расстоянии, решил изучить воздействие атмосферного электричества на мышцы. С этой целью он протянул над своим домом длинный проводник и подвешивал к нему за бедренные нервы лягушек, к лапкам которых присоединялась другая длинная проволока, опущенная в колодец. В этом эксперименте Гальвани наблюдал сильные сокращения мышц при вспышке молнии, в ясную погоду результат не был столь очевиден.

В одном из таких опытов, используя в качестве источника тока атмосферное электричество, он тщетно дожидался перемены в погоде и случайно прижал электроды, воткнутые в спинной мозг лягушки, к железной решетке, на которой она лежала. Появились такие же сокращения, как и во время опытов, проводимых в грозу.

Вскоре Гальвани обнаружил, что мышцы сокращаются и в отсутствие внешнего источника тока, при простом наложении на них двух разных металлов, соединенных проводником (он подвешивал препарат обнаженных задних лапок лягушки с помощью медного крючка на железные решетки перил балкона, поэтому эксперимент называют – «балконный опыт»). Он сделал вывод, что эти движения происходят в связи с появлением в нервно-мышечной ткани лягушки кратковременных электрических токов. Сокращение мышцы Гальвани объяснил протеканием «животного электричества», которое, по его мнению, зарождалось в нервах и запасалось в мышцах. Он предположил, что от мышц к нерву через металлический проводник перетекали некие «электрические флюиды» и что именно этот разряд, идущий из мышцы, вызывал ее сокращение.

Результаты 11-летних исследований Гальвани опубликовал в своем знаменитом произведении «Трактат о силах электричества при мышечном движении» (1791), в котором обобщил результаты своих опытов по изучению животного электричества. В этих экспериментах он открыл мышечные электрические токи, которым дал название «животного электричества». В своем трактате он развил теорию животного электричества, в соответствии с которой мышцы и нервы рассматривались как заряженные электрические батареи.

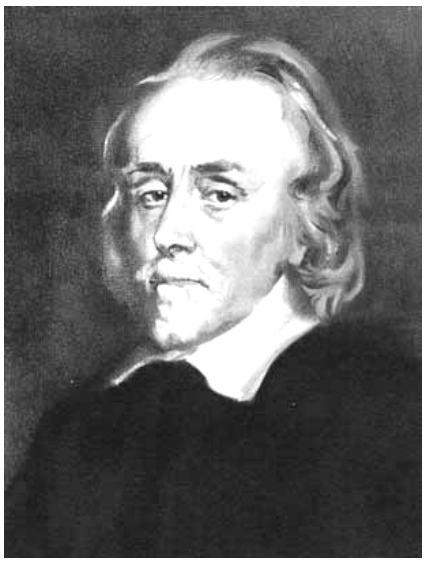
Опытами физиолога заинтересовался итальянский физик Алессандро Вольта (1745-1827), который высказал предположение, что электричество заключалось не в мышцах, а возникало при контакте двух разнородных металлов. Так начался знаменитый спор между двумя учеными, Гальвани и Вольта. Один настаивал, что электричество происходило от металлов, другой – от животного (первые опыты Гальвани на самом деле не доказывали наличия животного электричества, однако они продемонстрировали высокую чувствительность ткани к току). Каждый проводил новые опыты в пользу своей теории. Наконец Гальвани удалось найти такие доказательства, которые исключали применение металлов. Гальвани поставил опыт,

названный «сокращением без металла, или второй опыт Гальвани», в котором сокращение мышцы возникало при набрасывании на нее перерезанного конца иннервирующего ее нерва; тем самым Гальвани удалось показать, что источник животного электричества – ткани земноводного.

Споры о существовании животного электричества продолжались до тех пор, пока Карло Маттеучи (1811-1868) не опубликовал в 1844 г. экспериментальные доказательства существования биопотенциалов в животной ткани. Один из классических физиологических экспериментов называется «опыт вторичного сокращения, или опыт Маттеуччи», в котором один нервно-мышечный препарат возбуждается током, возникающим при сокращении мышцы другого препарата.

Гальвани занимался преподавательской деятельностью в Болонском университете. После образования Цизальпинской республики, основанной в 1797г. Наполеоном Бонапартом, служащие государственных учреждений присягали на верность императору. Гальвани отказался и вследствие этого был уволен. Через несколько месяцев, из уважения к его научным заслугам, правительство Цизальпинской республики восстановило его в должности без требования присяги, но было уже поздно. Нужда и состояние глубокой подавленности приблизили трагический конец. Увольнение стало последней каплей, переполнившей чашу несчастий, постигших ученого. Незадолго до увольнения умерла жена Гальвани. В последние дни своей жизни Гальвани старался найти утешение в философии и религии, интересовавших его в молодости. Умер Гальвани 4 декабря 1798 г. в Болонье.

УИЛЬЯМ ГАРВЕЙ



Уильям Гарвей (1578-1657) – английский врач и физиолог. Родился в г.Фолкстон, расположенном на юго-восточном побережье Англии, в семье богатого английского купца.

В неполные одиннадцать лет Уильям окончил частную школу. Видя хорошие успехи сына в учебе, отец отвозит мальчика в Кентерберийскую королевскую школу для продолжения образования.

В 15-летнем возрасте Уильям поступил в Кембриджский университет, где начал свое медицинское образование. Завершил он образование в Падуанском университете и здесь же получил степень доктор медицины.

В начале 1603 г. Гарвей вернулся в Англию, он хотел получить сте-

пень доктора медицины на родине, от английского университета. Получив второй докторский диплом в Кембриджском университете, он решил заняться врачебной практикой в Лондоне.

В 1607 г. Гарвея избрали членом Королевской коллегии врачей, впоследствии он в Коллегии занял кафедру анатомии и хирургии и проработал на ней вплоть до своей смерти. Одновременно с преподавательской деятельностью Гарвей работал врачом, а затем и главным врачом в больнице Святого Варфоломея. В 1618 г. Гарвей становится придворным врачом короля Якова I, а после его смерти – Карла I, с которым он переезжает на непродолжительное время в Оксфорд.

Вернувшись в Лондон, Гарвей удаляется от общественной жизни, чтобы целиком отдаться своим исследования. Еще в Падуе Гарвей начал изучать движение крови в организме. В то время господствовала галеновская система, по которой главный орган кровообращения – печень, и кровь в организме постоянно расходуется.

Гарвею удалось установить, что кровь в организме не расходуется, как думал Гален, а движется по замкнутому пути, а центром кровообращения является не печень, а сердце. Также он объяснил назначение особых клапанов, находящихся в венах, благодаря которым кровь движется только в одном направлении. Он считал, что артерии несут «совершенную и питательную кровь», а вены «истощенную и непригодную» кровь.

Гарвей считал, что кровь движется по кругу, все время, возвращаясь в сердце, и что существует два круга кровообращения. По большому кругу кровь обходит все тело. В малом круге кровь движется между сердцем и легкими. Гарвей считал, что кровь процеживается через легкие для охлаждения. Он считал также, что артерии разветвляются на более мелкие артерии, а те на еще более мелкие. Предположил существование тончайших сосудов – капилляров.

Лишь в 1618 г. Гарвей, когда уже располагал большим материалом наблюдений и опытов, решил рассказать о своих исследованиях на лекции. Свои выводы Гарвей кратко сформулировал словами: кровь движется по кругу, точнее по двум кругам: малому – через легкие и большому – через все тело. В 1628 г. он опубликовал свой труд – «Анатомические исследования о движении сердца и крови у животных», в котором изложил результаты своего открытия – открытия двух кругов кровообращения. В честь этого события 1628 г. считается датой рождения физиологии как науки.

Судьба Гарвея после выхода его книги о кровообращении была довольно сложной. Врачи и анатомы того времени верили в непогрешимый авторитет Галена, его утверждения не подвергались сомнениям. Теория Гарвея была непонятна, непривычна и чужда традиционным взглядам. И все-таки, несмотря на эти непонимания, Гарвей дожил до признания своей правоты.

В 1651 г. Гарвей опубликовал вторую свою известную работу – «Ис-

следование о зарождении животных», в котором отвергал идею самозарождения мелких животных. Он сформулировал правило: «Все живое из яйца». Этот труд Гарвея положил начало современной эмбриологии.

В 1654 г. Гарвей был избран президентом Лондонской медицинской коллегии, но по состоянию здоровья отказался от этой должности.

Скончался У.Гарвей в 1657 г. в возрасте 79 лет.

ГЕРМАН ГЕЛЬМГОЛЬЦ

Герман Гельмгольц (1821-1894) – немецкий физик и биолог. Родился в 31 августа 1821 г. в г.Потсдам. В детстве Герман часто болел, обладал плохой памятью, учился посредственно. Во время его учебы в гимназии никто даже подумать не мог, что он столько полезного сделает в науке. Однако Г.Гельмгольц стал выдающимся физиологом. С его именем связана коренная реконструкция физиологических представлений. Знаток высшей математики и теоретической физики, он поставил эти науки на службу физиологии и добился выдающихся результатов.

В 1838 г. Гельмгольц окончил гимназию и поступил в Военный Медико-хирургический институт Фридриха Вильгельма в Берлине, который готовил военных врачей. Гельмгольцу повезло не только с сокурсниками, с ним училась целая плеяда будущих корифеев физиологии, составивших цвет немецкой науки: К.Людвиг, Э.Дюбуа-Реймон, Т.Шванн, но и с преподавателем физиологии – И.Мюллером, светилом немецкой физиологической науки. Учеников Мюллера объединяло стремление связать физику с физиологией и найти для их обоснования более прочный фундамент.

В ноябре 1842 г. Гельмгольц защитил докторскую диссертацию «О строении нервной системы беспозвоночных». В ней он впервые доказал, что известные элементы нервной ткани, нервные клетки и волокна соединены друг с другом и составляют части неразрывного целого, получившего в дальнейшем название нейрон.

По окончании института Гельмгольцу предстояла семилетняя отработка в качестве военного врача. Он служил эскадронным хирургом полка. В этот период вышла его книга «О сохранении силы». В ней Гельмгольц математически обосновал провозглашенный еще в XVIIIв. М.В.Ломоносовым закон сохранения энергии, показав его всеобщий ха-

рактер, и применил этот закон в физиологии.

Г.Гельмгольцу оставалось три года обязательной военной службы, но А.Гумбольд помог ему освободиться от службы и содействовал его назначению в Академию художеств и анатомо-зоологический музей. Уже через год, в 1849 г., по рекомендации И.Мюллера, Г.Гельмгольца приглашают профессором физиологии в Кёнигсбергский университет.

Г.Гельмгольцу принадлежат классические исследования, заложившие основы физиологии зрения и слуха: опубликованное в 1856 г. «Руководство по физиологической оптике», а в 1862 г. – «Учение о слуховых ощущениях как физиологическая основа для теории музыки». Он сконструировал глазное зеркало – офтальмоскоп, который дал возможность наблюдать глазное дно, предложил теорию аккомодации глаза, обнаружил неизвестное ранее явление – нарушение лучепреломления в глазе (астигматизм), развил трехкомпонентную теорию цветового зрения Т.Юнга. Гельмгольц создал модель уха для изучения характера воздействия звуковых волн на кортиев орган и разработал резонансную теорию слуха.

Труды Гельмгольца в области физиологии посвящены также изучению нервной и мышечной систем. Он обнаружил и измерил теплообразование в мышце при ее сокращении. Изучал на препарированных лягушках скорость распространения возбуждения по нерву. Он раздражал в двух точках нерв, подходящий к мышце, электрическим током; вызванное возбуждение бежало по нерву, достигало мышцы и она сокращалась. Зная расстояние между этими двумя точками и разницу во времени, ученый рассчитал скорость распространения возбуждения по нерву лягушки, которая оказалась равной 27м/с. В 1867-1870 гг. совместно с русским ученым Н.Бакстом он измерил скорость распространения возбуждения в нервах человека.

В 1855 г. Гельмгольц получает назначение на кафедру анатомии и физиологии в Боннский университет, а в 1857 г. переходит на кафедру физиологии Гейдельбергского университета, в 1862 г. избирается проректором университета. У Гельмгольца было много учеников. Поработать в его лаборатории, поучиться искусству эксперимента приезжали многие молодые ученые. В лаборатории Гельмгольца в Гейдельберге учился и русский физиолог И.М.Сеченов.

Кроме физиологии, Г.Гельмгольц много и плодотворно занимался теоретической физикой. Он заложил основы теории вихрей, провел исследования волновых движений.

Работы Г.Гельмгольца увели его далеко от физиологии, поэтому не удивительно, что в 1871 г. его назначили заведующим кафедрой физики Берлинского университета. По этому поводу Э.Дюбуа-Реймон сказал: «Произошло неслыханное дело: медик и профессор физиологии занял главную физическую кафедру Германии».

В 1877 г. Гельмгольца избирают ректором Берлинского университе-

та. В 1888 г. его назначают президентом Физико-технического института, эту должность он совмещает с преподаванием теоретической физике в университет до самой смерти.

Умер Г.Гельмгольц в сентябре 1894 г. на 72 году жизни. Перед Берлинским университетом, где протекали последние годы жизни, был поставлен памятник ученому.

ГИППОКРАТ

Гиппократ (ок. 460-377гг. до н.э.) – древнегреческий врач и анатом родился в 460 г. до н.э. в городке Меропис на острове Кос в Эгейском море. Его предки согласно легенде, занимались врачеванием на протяжении восемнадцати поколений. Отец Гиппократа – врач Гераклид, мать – акушерка Фенарета.

Первоначальное медицинское образование Гиппократ получил от отца и других врачей острова, будучи двадцатилетним юношей, он уже пользовался славой превосходного врача. Затем в целях пополнения знаний и усовершенствования в искусстве врачевания много путешествовал и изучал медицину в разных странах по практике местных врачей. Позднее он говорил, что для того, чтобы вполне овладеть искусством (врачевания), недостаточно одной жизни (таков смысл его изречения «жизнь коротка, искусство вечно»). Возвратившись на родной остров, Гиппократ основал здесь свою медицинскую школу.

История жизни Гиппократа малоизвестна, существуют предания и рассказы, относящиеся к его биографии, но они носят легендарный характер. Имя Гиппократа сделалось впоследствии собирательным именем, и многие сочинения из примерно семидесяти приписываемых ему, как выяснено в новейшее время, принадлежат другим авторам – его ученикам, сыновьям (врачам Фессалу и Дракону), врачам, представлявшим то или иное направления древнегреческой медицины. Гален признавал за Гиппократом подлинными 11, Галлер – 18, а некоторые ученые считают несомненно подлинными только 8 сочинений из так называемого «Гиппократова сборника».

Гиппократ стал реформатором древней медицины. Он первым подо-

шел к ней как к науке. У болезней, считал он, имеются естественные причины. Их можно узнать, изучив строение и жизнедеятельность человеческого организма. Сочинения Гиппократа содержат наблюдения над распространением болезней в зависимости от внешних влияний атмосферы, времен года, ветра, воды и их результат – физиологические действия указанных влияний на здоровый организм человека. В этих же сочинениях приведены и данные по климатологии разных стран, изучены метеорологические условия одной местности острова и зависимость болезни от этих условий. Гиппократ делит причины болезней на два класса: общие вредные влияния со стороны климата, почвы, наследственности и личные – условия жизни и труда, питания, возраст и др.

Гиппократ и его сторонники учили, что распознавание болезней и лечение больных должно быть основано на строгом наблюдении и изучении больных, на обобщении и накоплении практического опыта. Отсюда они выдвигали основной принцип: лечить не болезнь, а больного; все назначения врача, касающиеся лечения, режима больных, должны быть строго индивидуализированы. На этом основании считается, что Гиппократ и его последователи явились основоположниками клинической медицины.

В своих трудах Гиппократ рассмотрел самые различные области медицины, собрал в своих книгах имевшие в то время сведения о строении и функциях тела человека.

Гиппократ был создателем учения о четырех жидкостях тела – крови, слизи, желтой и черной желчи, количественное и качественное соотношение которых лежит якобы в основе всех нормальных и патологических процессов в организме человека.

Вследствие запрета вскрывать человеческие трупы, строение тела и отдельных органов изучались, как правило, на животных. Тем не менее, анатомические знания в Греции во времена Гиппократа поднялись на более высокую ступень, чем в странах Древнего Востока.

Гиппократ умер в Ларисе в 377 г. до н.э. на 83 году жизни. После смерти афиняне воздвигли ему статую с надписью «Гиппократу, нашему спасителю и благодетелю». Долгое время его могила была местом паломничества. Легенда гласит, что возле могилы Гиппократа поселились дикие пчелы. Мед, который они давали, обладал редкими целебными свойствами. Так после смерти великий врач продолжил исцелять людей.

Древнегреческого врача Гиппократа называют «отцом медицины». Каждый врач, начиная свой профессиональный путь, непременно вспоминает Гиппократа. Когда он получает диплом, то произносит клятву, освященную его именем.

РЕНЕ ДЕКАРТ

Рене Декарт (1596-1651) – французский философ. Родился во Франции, в провинции Турин.

В восемь лет он был отдан в иезуитскую школу Ла-Флеш (провинция Анжу), в которой с самого начала усердно занимался математикой, и вышел из нее человеком с уже сложившимся мировоззрением, презиравшим схоластику и мечтавшим о преобразовании науки. В 1612 г. Декарт отправляется в Париж, где ведет поначалу беззаботную светскую жизнь, но затем уединяется для математических занятий в Сен-Жерменском предместье. В 1617 г. по желанию семьи поступает на военную службу, а в 1619 г. принимает участие в Тридцатилетней войне. В этот период Декарт ясно осознает свое истинное призвание и решает всецело посвятить себя науке.

В 1629 г. уезжает в Голландию и живет здесь 20 лет, лишь изредка выезжая в Англию, Данию, Норвегию. Декарт целиком посвящает себя научным исследованиям, ведет крайне уединенный образ жизни, избегая встреч и знакомств. В Голландии Декарт написал почти все свои произведения, среди которых важнейшими являются «Рассуждение о методе» (1637), «Размышления о первой философии» (1641), «Начала философии» (1644). Одна из главных работ Декарта, трактат «О мире», не была опубликована при его жизни. Расправа инквизиции над Галилеем удержала Декарта от обнародования своей книги. Несмотря на скромную и уединенную жизнь, известность Декарта росла год от года. Его философские воззрения стали причиной политических и религиозных волнений в голландских университетах. Во избежание преследований Декарт уезжает в Швецию, воспользовавшись приглашением королевы Христины. Но, переехав в Стокгольм, он вскоре заболевает воспалением легких и умирает.

Основная черта философского мировоззрения Декарта – дуализм души и тела, «мыслящей» и «протяжённой» субстанции. Отождествляя материю с протяжением, Декарт понимает её не столько как вещество физики, сколько как пространство стереометрии. В противоположность средневековым представлениям о конечности мира и качественном разнообразии природных явлений Декарт утверждает, что мировая материя (пространство) беспредельна и однородна, она не имеет пустот и делима до беспредельности (это противоречило идеям возрождённой во времена Декарта античной атомистики, которая мыслила мир состоящим из неделимых ча-

стиц, разделённых пустотами). Каждую частицу материи Декарт рассматривал как инертную и пассивную массу. Движение, которое Декарт сводил к перемещению тел, возникает всегда только в результате толчка, сообщаемого данному телу другим телом. Общей же причиной движения в дуалистической концепции Декарта является бог, который сотворил материю вместе с движением и покоем и сохраняет их.

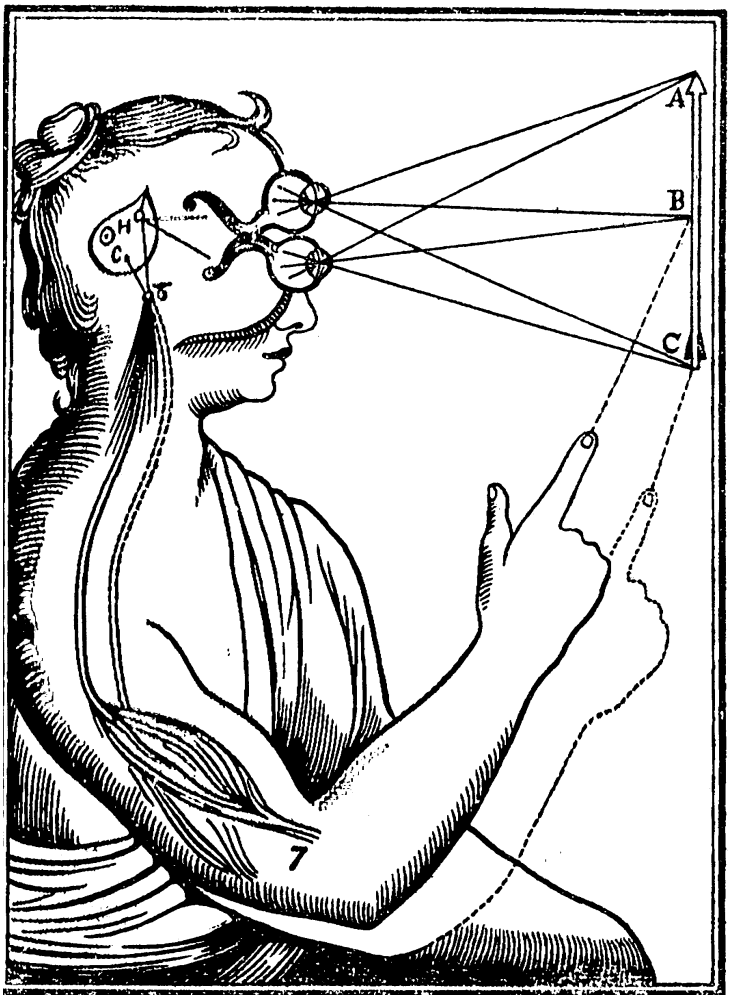


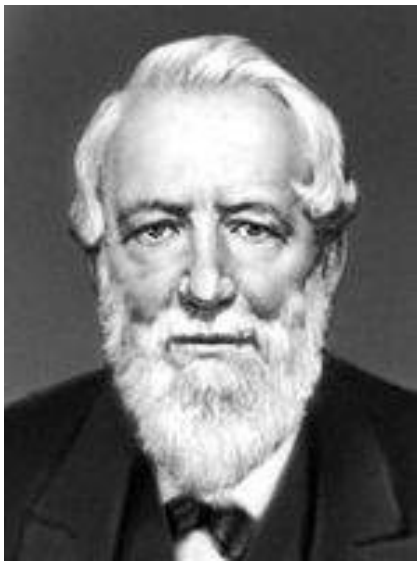
Рис.6. Схема механизма рефлекса по Декарту
из его книги «Трактат о человеке»

Учение Декарта о человеке также дуалистично. Человек есть реальная связь бездушного и безжизненного телесного механизма с душой, обладающей мышлением и волей. Взаимодействие между телом и душой совершается, по предположению Декарта, посредством особого органа – так называемой шишковидной железы. Из всех способностей человеческой души Декарт на первое место выдвигал волю. Главное действие аффектов, или страстей, состоит, по Декарту, в том, что они располагают душу к желанию тех вещей, к каким подготовлено тело. Сам бог соединил душу с телом, отличив тем самым человека от животных. Наличие сознания у животных Декарт отрицал. Будучи автоматами, лишёнными души, животные

не могут думать. Тело человека (как и тело животных) представляет собой, согласно Декарту, всего лишь сложный механизм, созданный из материальных элементов и способный, в силу механического воздействия на него окружающих предметов, совершать сложные движения.

Декарт исследовал строение различных органов животных, а также строение их зародышей на различных стадиях развития. Физиологические работы Декарта основаны на учении У.Гарвея о кровообращении. Он впервые попытался выяснить сущность «непроизвольных» и «произвольных» движений и описал схему рефлекторных реакций, в которой представлены центростремительная и центробежная части рефлекторной дуги. Декарт считал рефлекторными не только сокращения скелетной мускулатуры, но и многие вегетативные акты.

ЭМИЛЬ ДЮБУА-РЕЙМОН



Эмиль Дюбуа-Реймон (1818-1896) родился 7 ноября 1818 г. в Берлине. Его отец был выходцем из Швейцарии и приехал в Берлин в поисках работы. Счастье благоприятствовало ему и, добившись назначения на высокую должность, он получил возможность дать хорошее образование детям, предоставив им полную свободу выбирать себе профессию по желанию. У Эмиля был старший друг, врач, работавший в институте анатомии и физиологии. По настоянию друга Эмиль поступил на медицинский факультет и еще во время обучения решил заняться научной деятельностью. Вскоре Эмиль получил должность ассистента в институте, в котором работал его друг. Руководителем института был тогда профессор И.Мюллер – гордость Берлинского университета. Мюллер занимался многими вопросами физиологии, и все явления, происходящие в животном организме, пытался научно обосновать. Мюллер поручил своему ассистенту разработку темы, которая интересовала физиологов с тех пор, как Гальвани в 1786 г. проделал свои опыты с сокращающимися мышцами лягушки. Дюбуа-Реймону было поручено исследовать влияние электрического тока на нервы. Он посвятил этим исследованиям несколько лет и вскоре после получения докторской степени опубликовал в 1843 г. труд под названием «Очерки по исследованию так называемого лягушечьего тока и электродвигательных рыб», посвященный известным тогда электрическим явлениям в живых организмах. Труд этот положил начало

современной электрофизиологии. С этого времени Дюбуа-Реймон посвятил вопросам электрофизиологии всю остальную жизнь.

Широко известен двухтомный труд Дюбуа-Реймона «Исследования по животному электричеству» (1848-1849). Это была первая попытка оценки работоспособности тканей на основе происходящих в них электрических явлений. Дюбуа-Реймон разработал и описал метод, позволяющий определять состояние мышц и нервов на основании их реакции при возбуждении электрическим током. Он открыл физический электротон. Показал, что поперечное сечение нерва электроотрицательно по отношению к его длиннику (ток покоя). Установил, что отрицательное колебание «тока покоя» является выражением деятельного состояния ткани. В физиологических и медицинских лабораториях используется предложенная и носящая его имя аппаратура (индукционные аппараты для раздражения нервов и мышц, неполяризующиеся электроды и другие).

С 1855 г. Э.Дюбуа-Реймон профессор Берлинского университета, после смерти И.Мюллера он занял возглавляемую им кафедру физиологии. Э.Дюбуа-Реймон умер 25 декабря 1896 г.

НИКОЛАЙ ОСИПОВИЧ КОВАЛЕВСКИЙ

Н.О.Ковалевский (1840-1891) родился и вырос в Казани, в семье видного ученого-монголоведа, ректора Казанского университета. Окончил медицинский факультет Казанского университета. Еще на студенческой скамье выдвинулся самостоятельной работой «Анатомо-физиологические исследования селезенки» (1860).

Для подготовки к профессорскому званию Н.О.Ковалевский был направлен за границу, он работал в лаборатории К.Людвига в Лейпциге, за время пребывания за границей выполнил две работы: по гистологии лимфатических желез и по химии дыхания. Последняя работа явилась докторской диссертацией. В этом же году Н.О.Ковалевский стал заведовать кафедрой физиологии Казанского университета (1865).

Н.О.Ковалевский продолжил заложенные Ф.В.Овсянниковым традиции, объединяющие исследования по физиологии и гистологии. В течение четверти века (1865-1891) в Казанском университете Н.О.Ковалевский развивал научно-исследовательскую деятельность, посвященную разработке фундаментальных проблем физиологии кровообращения и дыхания, фи-

зиологии и морфологии нервной системы, психофизиологии.

Для проведения исследований функций коры больших полушарий головного мозг Н.О.Ковалевский приглашает молодых талантливых ученых. Так, в 1844 г. он приглашает из Санкт-Петербургской Военно-медицинской академии В.М.Бехтерева, который совместно с Н.А.Мислявским (учеником Н.О.Ковалевского) изучали вопросы корковой регуляции деятельности внутренних органов. Кроме того, В.М.Бехтерев в казанский период деятельности начал исследования проводящих путей головного и спинного мозга.

Исследования Н.О.Ковалевского были направлены на изучение физиологии сосудодвигательных систем, малого круга кровообращения и взаимных рефлекторных отношений между дыханием и кровообращением.

В лаборатории Н.О.Ковалевского было сделано несколько важных открытий. Впервые описан особый тип реакции, названный аксон-рефлекс. Был открыт феномен парадоксального расширения зрачка, который стал первым экспериментальным доказательством гуморального переноса возбуждения, легшего в основу химической теории передачи возбуждения в вегетативной нервной системе.

МИХАИЛ ВАСИЛЬЕВИЧ ЛОМОНОСОВ

М.В.Ломоносов (1711-1765) – русский ученый энциклопедист. Родился в деревне Денисовке близ с.Холмогоры, Архангельской губернии (ныне село Ломоносово Архангельской области) в семье помора. Мать Михаила умерла, когда ему было 9 лет.

С детских лет Ломоносова отличали необыкновенная любознательность и страстное стремление к образованию. С десятилетнего возраста отец стал брать его с собой на рыбную ловлю. Далекие плаванья развивали и укрепляли в мальчике стойкость характера, волю и смелость, они давали ему возможность знакомиться с бытом северных обитателей, с их нравами и обычаями.

Самостоятельно выучившись грамоте, в 1730 г. Ломоносов отправляется учиться в Москву и поступает в Заиконоспасскую духовную академию. В 1735 г. в числе лучших 12 студентов М.Ломоносова отправили на учебу в Петербургский университет. С 1736 г. он продолжил образование в Германии, где изучал физику и математику у Х.Вольфа в Марбурге, химию

у профессора Дуйзинга, а затем металлургию и горное дело у Генкеля во Фрейбурге.

В 1741 г. М.В.Ломоносов вернулся в Петербург. С этого момента начинается научная и просветительская деятельность Ломоносова в России, недаром А.С.Пушкин назвал его «первым нашим университетом». В Петербургской Академии наук М.В.Ломоносов был первым отечественным ученым, поборником самостоятельного развития русской науки. Назначенный в 1745 г. профессором химии, М.В.Ломоносов построил первую в России химическую лабораторию и развернул в ее стенах обширную исследовательскую деятельность. В своих работах он не раз высказывал научные идеи, далеко опережавшие представления своего времени. Так, он одним из первых указал на важность законов сохранения массы и энергии, и в частности, применительно к химическим реакциям. В его исследованиях важную роль играет представление об атомно-молекулярной структуре вещества, что дало ему возможность построить корпускулярную теорию теплоты и упругости газов. Стремясь сделать научные достижения достоянием всего народа, М.В.Ломоносов, едва вступив в должность профессора, хлопочет о разрешении читать публичные лекции на русском языке. В 1748 г. он переводит на русский «Экспериментальную физику» своего учителя Вольфа. В 1755 г. по инициативе и проекту М.В.Ломоносова основывается Московский университет, который стал (наряду с Петербургским) главным центром просвещения и науки в России.

Всей своей деятельностью М.В.Ломоносов стремился доказать практическую пользу науки: он занимается проблемами навигации, создает производство цветного стекла для мозаичных картин (самая знаменитая из них – панно «Полтавская баталия», выполненное на Ломоносовском заводе, по сей день украшает здание Академии наук в Санкт-Петербурге), строит кожевенные предприятия, шахты, плавильные печи и т.д.

Вместе с другом, немецким ученым, академиком Г.Рихманом, М.В.Ломоносов проводил опыты по атмосферному электричеству. Эти исследования завершились трагично, так как, проводя опыт во время грозы, Г.Рихман погиб.

М.В.Ломоносов начал собирать систематическую коллекцию российских минералов и предложил описывать их по внешнему виду, химическим и физическим свойствам.

Деятельность М.В.Ломоносова-ученого шла параллельно с его работой реформатора русской словесности, создателя современного русского литературного языка. Поэтическая слава М.В.Ломоносова со времени выхода в свет его первой книги стихов в 1751 г. постоянно росла, и в глазах своих современников он был великим поэтом.

Умер М.В.Ломоносов в апреле 1765г., похоронен в Санкт-Петербурге.

НИКОЛАЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ МИСЛАВСКИЙ

Н.А.Миславский (1854-1928) – русский физиолог. Родился в 1854 г. в Туринских рудниках на Урале в семье врача. Первоначальное образование получил в Екатеринбургской гимназии. После ее окончания поступил в Казанский университет.

Еще будучи студентом, Н.А.Миславский занялся научно-исследовательской работой на кафедре физиологии. Здесь он получил широкую методическую подготовку, а в гистологической лаборатории профессора К.А.Арнштейна – глубокие морфологические познания, в значительной мере определившие направление его дальнейших исследований.

После окончания университета в 1876 г. Н.А.Миславский был оставлен при кафедре физиологии в должности сверхштатного ассистента. В 1885 г. он защитил докторскую диссертацию «О дыхательном центре». В работе рассматривались вопросы локализации дыхательного центра, приводились факты, указывающие на наличие экспираторного и инспираторного отделов, описан рефлекторный характер ритмической деятельности дыхательного центра и влияние высших отделов мозга на процесс дыхания.

Пребывание Н.А.Мислявского за границей положило начало его дружественным контактам с европейскими учеными и способствовало сотрудничеству с выдающимися физиологами Европы. В 1886-1887 гг. Н.М.Мислявский работал в лаборатории К.Людвига в Лейпциге и Н.Греана в Париже, в 1907 г. в электрофизиологической лаборатории В.Эйнтховена в Лейдене.

В 1891 г. Н.А.Мислявский был назначен руководителем физиологической лаборатории Казанского университета в связи с безвременной кончиной Н.О.Ковалевского.

Несмотря на разнообразие исследований, все работы, выполненные в лаборатории, объединялись единой мыслью о главенствующей роли нервной системы в организме. Под руководством Н.А.Мислявского проводились исследования периферической иннервации различных органов и тканей. Были открыты сосудодвигательные нервы сетчатки, щитовидной железы, исследовалась иннервация прямой кишки, селезенки и других органов. Н.А.Мислявский совместно с В.М.Бехтеревым изучали вопросы корковой регуляции деятельности внутренних органов.

ФИЛИПП ВАСИЛЬЕВИЧ ОВСЯННИКОВ

Ф.В.Овсяников (1827-1906) – русский физиолог, гистолог. С именем профессора Ф.В.Овсянникова связана организация первой в России экспериментальной физиологической лаборатории в Казанском университете и начало систематических исследований в области физиологии. Ф.В.Овсянников был назначен заведующим кафедрой физиологии медицинского факультета Казанского университета в 1858 г. по распоряжению министра народного просвещения.

В течение года он пробыл за границей в целях ознакомления с физиологическими и гистологическими лабораториями Европы (1860-1861). Он посетил более 10 университетских городов и завел личные знакомства с известными физиологами и гистологами того времени: К.Людвигом, Э.Брюкке, Э.Пфлюгером, Я.Пуркине, братьями Эрнстом и Эдуардом Веберами, Э.Дюбуа-Реймоном, Я.Генле, Р.Вирховым, К.Бернаром и др., приобрел разнообразную аппаратуру для физиологического кабинета.

Первые экспериментальные работы, выполненные Ф.В.Овсянниковым в университете, касались исследований мозговой ткани теплокровных животных, рефлекторной регуляции дыхания, влияния симпатических нервов на деятельность внутренних органов. Практически все работы были посвящены изучению функций нервной системы и сочетали гистологические и физиологические методы исследования.

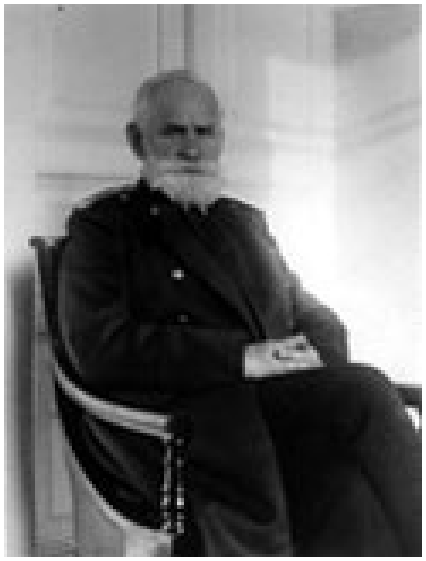
В 1863 г. Ф.В.Овсянников был избран экстраординарным академиком по физиологии Академии наук в Санкт-Петербурге.

В петербургский период деятельности академик Ф.В.Овсянников организовал две физиологические лаборатории: в Академии Наук и в Петербургском университете, в которых также выполнялись гистологические и физиологические исследования. Одной из ведущих научных работ этого периода является открытие в 1871 г. сосудодвигательного центра. Приоритет Ф.В.Овсянникова в этой области отмечен во всех учебниках по физиологии.

Учениками Ф.В.Овсянникова были такие известные отечественные физиологи, как И.П.Павлов, А.А.Кулябко, С.И.Чирьев и др. Благодаря разносторонней деятельности академика Ф.В.Овсянникова в области экспериментальной физиологии, гистологии, биологии, было создано новое оте-

чественное морфофизиологическое направление исследований.

ИВАН ПЕТРОВИЧ ПАВЛОВ



И.П.Павлов (1849-1936) – русский физиолог. Родился 27 сентября 1849 г. в Рязани в семье священника. Его мать, Варвара Ивановна, происходила из семьи священника; отец, Петр Дмитриевич, был священником, служившим сначала на бедном приходе, но благодаря своему пастырскому рвению со временем ставшим настоятелем одного из лучших храмов Рязани. По желанию своих родителей И.П.Павлов учился в духовной семинарии, затем в рязанском духовном училище. Не закончив обучение в училище, в 1870 г. он поступил на естественное отделение физико-математического факультета Санкт-Петербургского университета. Здесь он начал заниматься химией у Д.И.Менделеева, затем увлекся физиологией.

Его интерес к физиологии возрос после того, как он прочитал книгу И.М.Сеченова «Рефлексы головного мозга», но освоить этот предмет ему удалось только после того, как он прошел обучение в лаборатории И.Циона, изучавшего роль депрессорных нервов. И.Цион выяснял влияние нервов на деятельность внутренних органов, и именно по его предложению И.П.Павлов начал свое первое научное исследование – изучение секреторной иннервации поджелудочной железы.

После получения в 1875 г. звания кандидата естественных наук, И.П.Павлов поступил на третий курс Медико-хирургической академии в Санкт-Петербурге (реорганизованной впоследствии в Военно-медицинскую), по окончании которой в 1879 г. начал работать в физиологической лаборатории при клинике выдающегося русского терапевта С.П. Боткина.

В 1891 г. И.П.Павлов перешел в Институт экспериментальной медицины, которому отдал 45 лет своего труда и жизни.

В первые годы своей научной деятельности И.П.Павлов проводил опыты на собаках по изучению физиологии сердечно-сосудистой системы. В 1883 г. он защитил докторскую диссертацию на тему: «Центробежные нервы сердца». В ней показал существование специальных нервных волокон, усиливающих и ослабляющих деятельность сердца.

В физиологической лаборатории при клинике С.П.Боткина Павлову было поручено разработать методику получения чистого желудочного сока у собак для лечебных целей. Он нужен был больным с пониженной кис-

лотностью желудочного сока. С выполнения этого задания начались знаменитые исследования И.П.Павлова по изучения физиологии пищеварения. К тому времени ученые уже проводили некоторые опыты по изучению пищеварения у животных и даже у людей.

Толчком к разработке фистульной методики послужил такой случай. В 1822 г. молодой канадский охотник Сент-Мартин случайным выстрелом поранил себе живот и прострелил желудок. Его поместили в военный госпиталь, где лечил армейский хирург У.Бьюмонт. Он спас жизнь охотнику, но закрыть отверстия в желудке не смог. Желудок сросся с брюшиной стенкой, и образовался сквозной свищ-фистула. У.Бьюмонт оставил охотника у себя дома на положении служащего. Это позволило ему наблюдать за состоянием Сент-Мартина, изучить влияние пищи и различных эмоциональных факторов на секрецию выделявшегося через фистулу желудочного сока.

В 1842 г. Московский хирург В.А.Басов впервые в мире произвел операцию наложения искусственной фистулы на желудок собаки, для длительного наблюдения за деятельностью желудочных желез. После разреза стенки живота рассекают желудок, вводят в него конец специальной фистульной трубки и укрепляют её швами. Другой конец трубки выводится наружу через брюшную рану, которую зашивают, после заживления раны в любой момент можно получить содержимое желудка. Вне опыта отверстие фистульной трубки закрывают пробкой. Собаки с такими фистулами могут жить годами. И.П.Павлов в первое время проводил такие же операции по наложению фистул на желудок собак. Однако этот способ не удовлетворил его, так как выделявшийся сок был смешан со слюной и пищевыми массами и поэтому не мог быть использован для лечебных целей. И тогда И.П.Павлов для устранения недостатков этой методики присоединил к операции по наложению фистулы желудка еще операцию перерезки пищевода (эзофаготомия). Для этого в области шеи обнажали пищевод, перерезали его, а образовавшиеся концы выводили наружу и пришивали к коже. На шее получалось два отверстия пищевода. Во время кормления собака проглатывала пищу, но в желудок она попасть не могла. И тут же выпадала через верхнюю фистулу пищевода. Через некоторое время от начала такого мнимого кормления начиналось выделение из желудка чистого желудочного сока. Его можно было исследовать и заготовлять для лечения людей в клинике. В дальнейшем была разработана методика наложения фистулы на выводной проток околоушной слюнной железы.

Изучение физиологии желудочного пищеварения с помощью эзофаготомированных собак не удовлетворяла И.П.Павлова, так как при отсутствии пищи в желудке его деятельность значительно отличается от нормальной.

К этому времени уже существовала методика операции по созданию изолированного желудка, разработанная немецким физиологом

Р.Гейденгайном на собаках. Однако, как показали исследования И.П.Павлова, сокоотделение в таком изолированном желудочке протекает неполноценно, так как при операции происходит нарушение всех нервных связей.

И.П.Павлов предложил свой способ операции по созданию такого изолированного желудочка, в котором сохранялись не только кровоснабжение, но и нервные связи его с большим желудком и всем организмом. Секреция желудочного сока в таком изолированном желудке происходит точно так, как и в большом желудке.

И.П.Павлов внес много нового и в изучение физиологии кишечного пищеварения, проведя ряд операций по образованию изолированной кишечной петли, полностью сохраняющей кровоснабжение и нервные связи. Впервые в истории физиологии И.П.Павлов разработал методику и технику операции по наложению хронической фистулы протока поджелудочной железы. С помощью предложенных им хронических фистул желчного пузыря и желчного протока И.П.Павлов изучал также физиологию печени.

Результаты своих исследований в области физиологии пищеварения И.П.Павлов обобщил в книге «Лекции о работе главных пищеварительных желез» (1897). За работы по физиологии пищеварения в 1904г. И.П.Павлову была присуждена Нобелевская премия. И.П.Павлов – первый русский ученый и первый физиолог, награжденный этой премией.

Рис. 7. Памятник И.П.Павлову

Двадцать пять лет И.П.Павлов плодотворно занимался изучением кровообращения и пищеварения. Главная цель его работ – выяснение нервной регуляции работы органов, логическим завершением которого было изучение функций коры больших полушарий головного мозга.

Непосредственным поводом для перехода И.П.Павлова к изучению функций головного мозга послужили опыты по отделению желудочного сока у собаки не только при еде, но и при одном виде пищи. Это явления называлось тогда в науке «психическим возбуждением» или просто желанием животного поесть. Считалось, что желание, воля животного пускает в работу железы.

Начиная с 1901 г., более 35 лет своей жизни И.П.Павлов посвятил разработке новой, созданной им физиологии больших полушарий. И.П.Павлов показал, что мозг работает по принципу временных связей. Он раскрыл постоянную смену процессов возбуждения и торможения в коре. И.П.Павлов развил нервную теорию утомления, объяснял сущность сна, сновидений, гипноза, памяти, развил учение об анализаторах. Создал учение о типах высшей нервной деятельности.

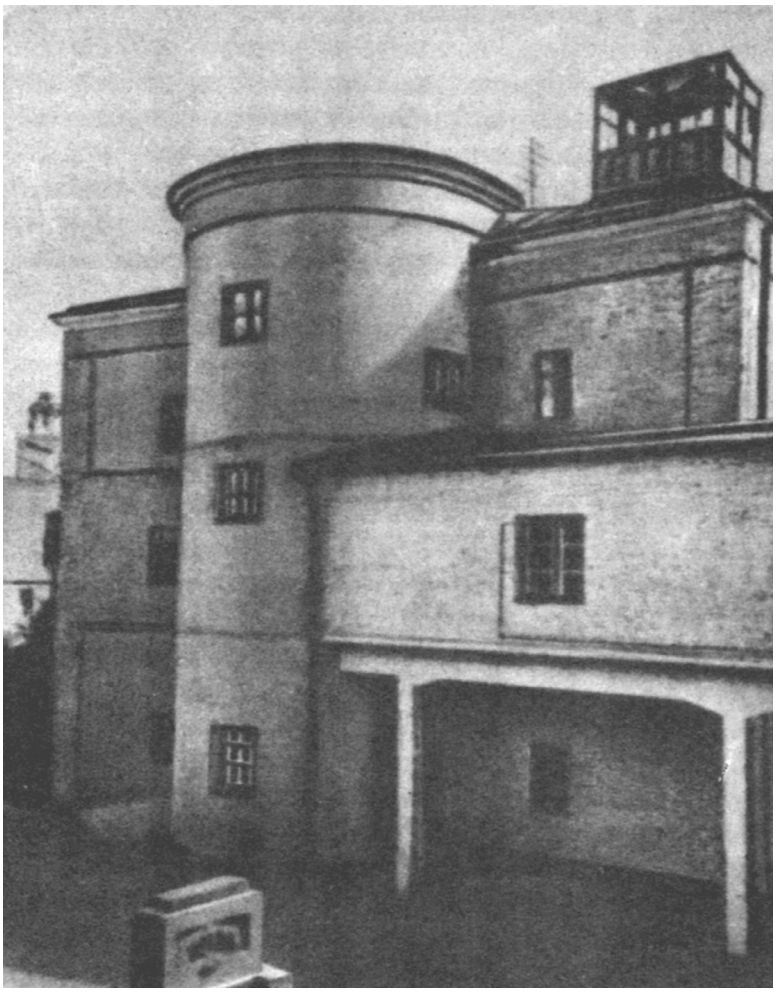


Рис.8. «Башня молчания»

Для изучения условных рефлексов в Институте экспериментальной медицины в Санкт-Петербурге, где работал И.П.Павлов, была построена специальная лаборатория – «Башня молчания».

Многие годы И.П.Павлов проводил свои исследования в лаборатории возле села Колтуши под Санкт-Петербургом. Постепенно лаборатория разрослась в поселок, получивший название Павлово. Там прославленному физиологу поставлены два памятника. В самом центре этой «столицы условных рефлексов», как называют сейчас Павлово, установлен бронзовый бюст ученого на постаменте из красного гранита. На втором памятнике И.П.Павлов изображен стоящим в медицинском халате, с непокрытой головой. Рядом, у ног ученого, сидит собака, олицетворяющая всех своих собратьев, долго и верно служивших науке.

АЛЕКСАНДР ФИЛИППОВИЧ САМОЙЛОВ

А.Ф.Самойлов (1867-1930) – русский физиолог. Родился в 1867 г. в г.Одессе. Отец его умер, когда Самойлов был еще совсем юным. Все заботы о семье легли на плечи матери, которая осталась с пятью детьми. Ей удалось дать всем детям образование. Старшие сыновья стали впоследствии известными учеными (Александр Филиппович – выдающимся физиологом, его брат Яков Владимирович Самойлов – профессором минерологи и кристаллографии Московского университета).

Среднее образование А.Ф.Самойлов получил в Одесской гимназии. Уже с гимназических лет он проявил большой интерес к естественным наукам. Его любимыми предметами были физика, математика, литература, увлекался будущий ученый и музыкой.

В 1884 г. А.Ф.Самойлов поступает на естественно-историческое отделение физико-математического факультета Новороссийского университета. Но, стремясь более глубоко изучить физиологию, он покидает Новороссийский университет (окончив два курса), в котором в то время не было медицинского факультета, и поступает на медицинский факультет Дерптского университета.

В годы обучения в университете А.Ф.Самойлов выполнил первые научные работы: «О судьбе железа в животном организме» и «К фармакологии серебра». Оба исследования были опубликованы в трудах Фармакологического института при Дерптском университете. Первая из упомянутых работ в 1891 г. была представлена в качестве диссертации. После защиты, состоявшейся 7 декабря 1891 г., А.Ф.Самойлову была присуждена степень доктора медицины.

После окончания университета и защиты диссертации, А.Ф.Самойлов около двух с половиной лет проработал в лаборатории И.П.Павлова. В 1894 г. был приглашен И.М.Сеченовым в физиологическую лабораторию Московского университета на должность внештатного лаборанта.

Кроме научных исследований в области электрофизиологии, А.Ф.Самойлов вел большую педагогическую и лекционную работ. На первых порах он ассистировал И.М.Сеченову на лекциях. С 1896 г. он состоял в должности приват-доцента и читал необязательные курсы по электрофизиологии и физиологии органов чувств. По поручению медицинского и физико-математического факультетов университета читал часть обязательного курса (физиологию нервных стволов, физиологиче-

скую акустику и оптику). И.М.Сеченов высоко ценил научные и педагогические способности А.Ф.Самойлова и считал его очень ценным работником для университета.

В 1901 г. по инициативе А.Ф.Самойлова в Москве был организован научно-музыкальный кружок, председателем был избран сам Александр Филиппович (членами кружка являлись – С.Рахманинов, С.Танеев, А.Гречанинов и др.). В 1902 г. А.Ф.Самойлов в Московском университете выступал с чтением публичных лекций на тему «Звук и музыка», с демонстрацией опытов. С отъездом А.Ф.Самойлова в Казань (1903) музыкальный кружок прекратил существование, но почти все музыканты, которые приезжали в Казань, посещали Александра Филипповича и играли у него.

К началу XXв. А.Ф.Самойлов имел отличную физиологическую подготовку, полученную в школах выдающихся физиологов И.П.Павлова и И.М.Сеченова. Кроме того, неоднократные поездки за границу с научными целями и работа в лучших западноевропейских лабораториях способствовали тому, что он был в курсе всех новейших достижений физиологической науки за рубежом. А.Ф.Самойлов показал себя вполне подготовленным и самостоятельно мыслящим ученым и 3 октября 1903 г. был избран профессором физиологии физико-математического факультета Казанского университета и возглавлял кафедру до 1930 г.

В 1904 г., будучи участником VI Международного конгресса физиологов в Брюсселе (Бельгия), А.Ф.Самойлов познакомился с выдающимся голландским физиологом и физиком В.Эйнтховеном и с его новым инструментом – струнным гальванометром. Вскоре он приобрел этот инструмент для своей казанской лаборатории, где и установил его впервые в России в 1906 г. В 1908 г. в университетской терапевтической клинике была записана первая в России электрокардиограмма больного. Интенсивно разрабатывая вопросы электрофизиологии, А.Ф.Самойлов становится одним из крупнейших электрофизиологов мира. Начинает складываться казанская электрофизиологическая школа, разрабатывающая физиологию сердца, нервно-мышечную физиологию.

По предложению группы прогрессивных профессоров университет вынес решение об организации чтений публичных лекций для населения Казани. А.Ф.Самойлов читал курс лекций по физиологии кровообращения. Он состоял также членом Казанского музыкального общества и принимал участие в решении всех вопросов Общества и музыкального училища.

Физиологическая лаборатория физико-математического факультета установила тесный контакт с университетскими клиниками и стала для них научной базой. Казанские клиники первые в России получили возможность обследовать своих сердечных больных при помощи струнного гальванометра. С 1920 г. лаборатория А.Ф.Самойлова начала работать в тесном контакте с медицинскими учреждениями Казани, в частности с

только что организованным государственным Институтом усовершенствования врачей им. В.И.Ульянова-Ленина (1920г.).

А.Ф.Самойлов читал специальный курс лекций по электрокардиографии для врачей в Казани и по приглашению Биофизического института – в Москве, этим он положил начало подготовке первых кадров врачей в области клинической электрокардиографии.

В 20-х годах А.Ф.Самойлов приступает к изучению природы нервных процессов. Благодаря применению тонкой электрофизиологической методики ему удается установить химический характер перехода возбуждения с двигательного нерва на мышцу. В мировой физиологии А.Ф.Самойлову принадлежит заслуга создания химической теории передачи нервных процессов (возбуждения и торможения).

С годами связь с московскими институтами становилась все теснее, А.Ф.Самойлов сотрудничал и консультировал по вопросам электрофизиологии и электрокардиографии в Биофизическом институте, в Научном институте, в Институте профессиональных болезней, в больнице им. С.П.Боткина. В 1921 г., по представлению группы крупных ученых А.Ф.Самойлов был избран профессором кафедры физиологии Ветеринарного института в Москве. Физиологию животных Александр Филиппович читал также в Казанском восточном педагогическом институте и в ряде других учебных заведений Казани.

Тем временем Московский университет, в стенах которого А.Ф.Самойлов получил первую подготовку в области электрофизиологии, пригласил его на кафедру физиологии физико-математического факультета. Перед А.Ф.Самойловым раскрывались широкие возможности для проведения научных исследований, для создания большой школы, в которой объединились бы молодые московские физиологи. 3 октября 1924г. А.Ф.Самойлов был утвержден в должности заведующего кафедрой физиологии животных физико-математического факультета Московского университета.

А.Ф.Самойлову трудно было покинуть Казанский университет. Но планы на будущее были настолько большими и серьезными, что осуществление их при тогдашних условиях было совершенно невозможным. Казанский университет не хотел терять ученого и первоклассного лектора. А.Ф.Самойлову было выделено в основном здании университета новое помещение для физиологической лаборатории, лаборатория получила новое оборудование. А.Ф.Самойлов остался в Казани, но вопрос о подготовке квалифицированных кадров в области электрофизиологии и электрокардиографии и о создании нового научного центра в Москве оставался актуальным. С 1924 г. А.Ф.Самойлов одновременно руководил лабораторией в Казани и кафедрой физиологии животных физико-математического факультета Московского университета.

В 1929 г. после смерти Н.А.Мислявского А.Ф.Самойлов был приглашен на кафедру физиологии медицинского факультета Казанского университета.

В научном творчестве А.Ф.Самойлова сосчитались перспективные направления школ И.П.Павлова и И.М.Сеченова, союз физиологии с медициной, физики с физиологией. В своих исследованиях ученый развивал идею воспитания врача с новым клинико-физиологическим мышлением.

Неизменно подчеркивал А.Ф.Самойлов мысль о создании клинической физиологии, по существу он стал одним из её основоположников. Задачам и перспективам клинической физиологии он посвятил статью программного характера «Организм человека как объект физиологического исследования» (1925г).

А.Ф.Самойлов очень высоко ценил значение теоретических наук, всегда выступал в их защиту, он утверждал, что без развития теоретического знания невозможно развитие практических наук.

За выдающиеся заслуги в развитии электрофизиологии и электрокардиографии в 1930 г. А.Ф.Самойлову присуждена Ленинская премия и присвоено почетное звание заслуженного деятеля науки.

22 июля 1930 г. перед переездом в Москву А.Ф.Самойлов скоропостижно скончался от приступа стенокардии. Похоронен А.Ф.Самойлов в Москве.

ГАНС СЕЛЬЕ

Ганс Гуго Бруно Селье (1907-1986) – канадский биолог, физиолог. Родился 26 января 1907 г. в Вене в семье военного врача. Получил образование на медицинском факультете Немецкого университета в Праге, после чего продолжил обучение в Римском и Парижском университетах.

После окончания учебы в течение двух лет Селье был ассистентом кафедры экспериментальной патологии Немецкого университета. С 1931 г. работал в университете Джонса Хопкинса (США), с 1932 г. в университете Мак-Гилла (Канада). С 1945 г. по 1976 г. он – профессор и директор института эксперимен-

тальной медицины и хирургии Монреальского университета (ныне Международный институт стресса).

Работая с различными недостаточно очищенными или токсическими гормональными препаратами, Селье обнаружил (1936), что они, как и другие сильные раздражители (переохлаждение, инфекция, травма, кровотечение и т. п.), вызывают у крыс однотипные изменения надпочечников, тимиколимфатической системы и желудочно-кишечного тракта. На основе этих наблюдений выдвинул теорию неспецифического реагирования, сформулированную в виде концепции стресса (состояние, возникающее под влиянием любых сильных воздействий и сопровождающееся «всеобщей мобилизацией» защитных систем организма). Развивая эту концепцию, ввёл понятия об общем адаптационном синдроме; об адаптативных гормонах (гормоны передней доли гипофиза и коры надпочечников); о болезнях адаптации (количественные или качественные отклонения в течение адаптационного синдрома); об адаптационной энергии (как мере выносливости организмов).

В нашей стране он известен по изданным книгам «Очерки об адаптационном синдроме» (1960), «Стресс без дистресса» (1979).

ИВАН МИХАЙЛОВИЧ СЕЧЕНОВ

И.М.Сеченов (1829-1905) – великий русский физиолог, основоположник отечественной физиологии. Родился 1 августа 1829 г. в селе Теплый Стан в дворянской семье. После смерти отца по желанию матери и братьев И.М.Сеченов поступил в Главное инженерное училище в Петербурге, которое окончил в 1848 г. Прослужив недолго инженером-сапером, он уходит в отставку и в 1850 г. поступает на медицинский факультет Московского университета.

По окончании университета как выдающий студент И.М.Сеченов был направлен на работу в физиологические лаборатории Берлина. Здесь он работал в химической лаборатории, где исследовал химический

состав жидкостей, входящих в тело животных. Работал в лаборатории Э.Г.Вебера, крупного немецкого анатома и физиолога, который одним из первых подробно описал строение симпатической нервной системы, а также вместе со своим братом Эдуардом открывший тормозящее действие блуждающего нерва на деятельность сердца. За год пребывания в Берлине И.М.Сеченов прослушал лекции Т.Магнуса по физике, И.Мюллера по сравнительной анатомии, Э.Дюбуа-Реймона по электрофизиологии.

В 1858 г. И.М.Сеченов работал в лаборатории К.Людвига в Вене, здесь он продолжил свои исследования, начатые в Берлине по выявлению действия алкоголя на организм.

В Берлине, Вене, Лейпциге и Гейдельберге И.М.Сеченов выполнял большую программу, которую он составил себе для глубокого и всестороннего овладения современной экспериментальной физиологией, а также закончил работу над докторской диссертацией.

В марте 1860 г. в Медико-хирургической академии И.М.Сеченов защищает диссертацию «Материалы для будущей физиологии алкогольного отравления» и получает предложение читать лекции по физиологии.

В 1862 г. И.М.Сеченов выезжает в годичный отпуск за границу, в лабораторию К.Бернара. Здесь он открывает нервные механизмы «центрального торможения».

Многие открытия, обогатившие физиологию, сделаны И.М.Сеченовым на лягушках. В частности, он изучал на них действие алкоголя и яда кураре на нервы и мышцы. В опытах на лягушках И.М.Сеченов открыл явление торможения в центральной нервной системе. Это явление получило название «сеченовское торможение». Открытие явления центрального торможения имело огромное значение. Оно позволило установить, что нервная деятельность складывается из взаимодействия двух процессов – возбуждения и торможения.

Изучая нервную деятельность лягушки и проведя множество других наблюдений, И.М.Сеченов накопил обширный материал. Результаты наблюдений он обобщил в книге «Рефлексы головного мозга». Он старался показать, что вся сложная психическая жизнь человека не есть проявление какой-то загадочной «души». Поведение человека зависит от внешних раздражений. «Все акты сознательной и бессознательной жизни по способу происхождения суть рефлексы» – утверждал И.М.Сеченов. «Рефлексы головного мозга» указывали новые пути для изучения высшей нервной деятельности.

В 1864 г. И.М.Сеченова утверждают в звании ординарного профессора Медико-хирургической академии, где он работает до 1869 г. до выхода в отставку.

В 1870-1876гг. И.М.Сеченов являлся профессором в Одесском университете, в 1876-1888гг. – в Петербургском университете, затем в Московском (1889-1901). В Петербурге и в Москве, кроме преподавательской

деятельности в университете, он читал лекции на Высших женских курсах, боролся за право женщин на высшее образование.

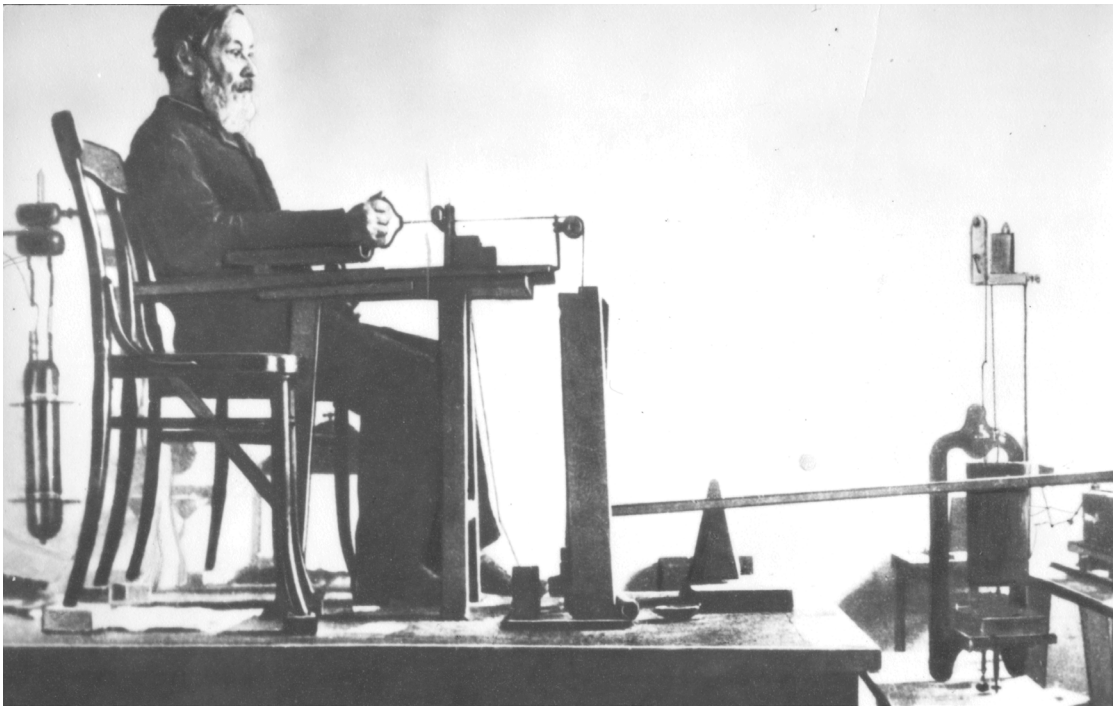


Рис. 9. И.М.Сеченов проводит опыт по изучению ритма работы мышц рук

Последние годы жизни И.М.Сеченов отдал изучению физиологических основ режима труда и отдыха человека. Ему было уже 73 года, но он на самом себе изучал движение и утомляемость руки, поднимающей груз. Часами ученый сидел за простым сооружением: двигал и двигал рукой, поднимая груз.

АЛЕКСЕЙ АЛЕКСЕЕВИЧ УХТОМСКИЙ

А.А.Ухтомский (1875-1942) – русский физиолог. Родился в с.Вослома Ярославской губернии. Окончил кадетский корпус в Нижнем Новгороде (1894), философское и историческое отделение духовной Академии в Москве (1898), физико-математический факультет Петербургского университета (1906). Окончив университет, работал на кафедре физиологии человека и животных, которой руководил с 1922 г. до конца жизни. С 1937 г. директор электрофизиологической лаборатории АН СССР.

Основываясь на трудах И.М.Сеченова, Н.Е.Введенского и Ч.Шеррингтона, А.А.Ухтомский ввел термин и разработал учение о доминанте, которая

признана одним из основных механизмов деятельности нервной системы. Выявил основные черты доминанты: повышение возбудимости в доминантном центре, стойкость этого возбуждения во времени, возможность его суммации, инертность возбуждения и торможения других рефлекторных механизмов, не участвующих в доминантной реакции.

Механизмом доминанты А.А.Ухтомский объяснял широкий спектр психофизиологических явлений и их характеристик, например внимание (его направленность на определенные объекты, сосредоточенность на них и избирательность) и предметный характер мышления (вычленение из множества раздражителей среды отдельных комплексов, каждый из которых воспринимается организмом как определенный реальный объект, отличный от других). Это «разделение среды на предметы» А.А.Ухтомский трактовал как процесс, состоящий из трех стадий: укрепление наличной доминанты; выделение только тех раздражителей, которые являются для организма биологически значимыми; установление адекватной связи между доминантой (как внутренним состоянием) и комплексом внешних раздражителей. Учение А.А.Ухтомского о доминанте («Доминанта как рабочий принцип нервных центров», 1923) широко используется в медицине, психологии и педагогике. Понятие о доминанте, а также учение А.А.Ухтомского об усвоении ритма, согласно которому режим работы органа соответствует ритму внешних раздражений, позволили ему по-новому осветить природу утомления.

Работы А.А.Ухтомского послужили основой создания многих современных физиологических и психофизиологических теорий.

ЧАРЛЗ СКОТТ ШЕРРИНГТОН

Ч.С.Шеррингтон (1857-1952) – английский физиолог, удостоенный в 1932 г. Нобелевской премии по физиологии и медицине (совместно с Э.Эдрианом) за исследование функций нейронов. Родился 27 ноября 1857 г. в Лондоне. В 1885 г. окончил Кембриджский университет. Работал в лабораториях Р.Коха и Р.Вирхова в Берлине. Вернувшись в Лондон, в 1887 г. он начал читать лекции по системной физиологии в госпитале св. Томаса.

Ч.Шеррингтон начал изучать рефлексы и физиологию спинного мозга. В то время считалось, что рефлексы можно объяснить чисто механически, не вникая в процессы сознания. Исследования, проводившиеся Гольцем на животных с

полностью удаленным головным мозгом, убедительно доказали, что многие рефлексы замыкаются исключительно в спинном мозге. Ч.Шеррингтон прекратил врачебную деятельность и перешел в Браунский институт патологии в Лондоне, где изучались заболевания животных.

Ч.Шеррингтон потратил много лет, чтобы составить карту иннервации различных участков тела для каждого корешка спинного мозга. Он установил, что лишь треть всех нервных волокон, идущих к мышцам, являются двигательными, т.е. несущими команды от центральной нервной системы. Остальные – чувствительные волокна, по которым информация от мышц поступает в центральную нервную систему. Благодаря этому мышцы работают как единое целое под контролем нервной системы. Ч.Шеррингтон создал учение о рецептивных полях, разделив все рецепторы на проприо-, экстеро- и интерорецепторы. Показал важность проприорецепторов (специализированных нервных окончаний, расположенных в тканях мышечно-суставного аппарата) в координации движений. Ему принадлежит описание децеребрационной ригидности и объяснение развития спинального шока.

В 1895 г. Ч.Шеррингтон становится профессором физиологии Ливерпульского университета. Полученные им анатомические данные легли в основу работ по рефлексам спинного мозга. Ч.Шеррингтон открыл явление торможения мышц-антагонистов. Сформулировал представление о синапсе – области контакта нейронов друг с другом, определил его значение в механизмах возбуждения и торможения нервных клеток, участвующих в формировании рефлексов. Установил однонаправленность проведения возбуждения в рефлекторной дуге и наличие синаптической задержки.

Важнейшие исследования Ч.Шеррингтона посвящены физиологии центральной нервной системы. Он сформулировал общие принципы деятельности ЦНС – реципроктности и общего конечного пути. Показал, что координация деятельности нервной системы является неизбежным следствием морфологической конструкции самой нервной системы. Открыл феномен облегчения рефлексов. Исследовал торможение в спинном мозге и проанализировал явление суммации возбуждений.

Результаты своих исследований Ч.Шеррингтон опубликовал в книге «Интегративная деятельность нервной системы».

В 1913 г. ученый переехал в Оксфорд и стал профессором физиологии Оксфордского университета. Там он проработал в течение 23 лет, вплоть до выхода на пенсию, произошло это незадолго до его восьмидесятилетнего юбилея. Несмотря на отставку, он продолжал читать лекции, писать труды и работал консультантом в ряде музеев. Умер Ч.Шеррингтон в Истборне (графство Восточный Суссекс) 4 марта 1952 г.

НОБЕЛЕВСКИЕ ЛАУРЕАТЫ
В ОБЛАСТИ МЕДИЦИНЫ И ФИЗИОЛОГИИ

В истории нередки случаи, когда имя человека увековечивается в названии географических объектов, единиц измерения, растений. Благодарные современники обычно не остаются равнодушными к великим открытиям, находят средства и способы вознаграждения их авторов.

Число различных наград и медалей, присуждаемых за научные открытия и достижения, огромно. Среди большого числа существующих отличий выделяется премия, ставшая символом высшего достижения в области науки – премия, учрежденная в конце XIXв. шведским инженером и промышленником, Альфредом Нобелем.

Альфред Бернхард Нобель родился 21 октября 1833 г. в Стокгольме в семье известного шведского промышленника Эммануэла Нобеля, выходца из крестьян южного шведского округа Нобелефо, с чем и связано происхождение фамилии.

В 1842 г., когда Альфреду исполнилось девять лет, семья Нобелей переехала в Россию, где у его отца была компания по производству паровых машин. В 1849 г. отец отправляет юного А.Нобеля в двухлетнее путешествие по Европе и Америке. Большую часть этого путешествия Альфред Нобель проводит в Париже, где проходит практический курс химии и физики в лаборатории знаменитого химика Жэюля Пелуза, занимавшегося исследованиями нефти. В Америке А.Нобель работает на заводе известного изобретателя Джона Эриксона, который был ведущим специалистом того времени по пароходным двигателям.

Вернувшись в Санкт-Петербург, А.Нобель работает в компании отца, которая в то время специализировалась на производстве мин, поскольку в это время Россия участвовала в Крымской войне (1853-1856). После окончания войны компания Э.Нобеля вновь вернулась к производству паровых машин и деталей для них.

Интерес к химии заставил А.Нобеля вернуться в Стокгольм, где он занимается научными исследованиями в собственной лаборатории, которая находилась в его имении неподалеку от города. Целью исследований А.Нобеля было усовершенствование мощного и опасного в обращении взрывчатого вещества – нитроглицерина. Результатом работы А.Нобеля было изобретение детонатора – приспособления, позволяющего безопасно взрывать нитроглицерин. В ходе исследований он также получил новое взрывчатое вещество – динамит. А.Нобель убедил правление шведских железных дорог испытать динамит для прокладки туннелей. Опыт закончился успехом, и динамит распространился по всему миру. Динамит стали использовать везде, где строили дороги и крупные подземные сооружения.

В семидесятых-восьмидесятых годах XIXв. А.Нобель создал сеть промышленных предприятий в различных странах мира, в том числе и в России, по производству динамита. Нобели освоили производство динамита в промышленных масштабах. В год смерти А.Нобеля (1896) его 93 завода в 20 странах мира изготовили 66,5тыс. тонн взрывчатки. Это было первая транснациональная корпорация военно-промышленного бизнеса.

В 1873 г. А.Нобель переезжает в Париж, откуда ему было удобнее руководить работой своей компании. В 1891 г. он оставил Париж и решил поселиться в небольшом городке Сан-Ремо, расположенном на Итальян-

ской Ривьере.

А.Нобель увлекался также медициной и физиологией. В своих домах в Стокгольме и Париже, а также в итальянском Сан-Ремо он устроил лаборатории, в которых кроме чисто химических опытов анализировал кровь и другие биологические жидкости. В Париже А.Нобель нанимает молодого шведского физиолога, чтобы проверить на животных свои теории, касающиеся переливания крови. Опыты оказались неудачными, так как тогда еще не знали о группах крови. Он также следил за исследованиями И.П.Павлова. Нобель выделил Павлову на его лаборатории 10тыс. рублей.

А.Нобель – «динамитный король» Европы – владел основными европейскими языками, будучи шведом по рождению, он владел русским языком в качестве второго родного, а также немецким, французским и английским.

Незадолго до смерти, 27 ноября 1895 г., А.Нобель огласил в Париже свое знаменитое завещание, согласно которому весь его огромный капитал обращался в специальный фонд, проценты с которого должны были ежегодно выплачиваться в виде премий за открытия, сделанные в различных отраслях науки, на благо человечества. Нобелевской премии удостаивались также политические деятели, которые много сделали для укрепления мира. А.Нобелем было учреждено пять премий: в области физики, химии, медицины и физиологии, литературы и премия мира.

10 декабря 1896 г. А.Нобель скончался от кровоизлияния в мозг на своей вилле в Сан-Ремо.

Во исполнение его завещания в 1900 г. был создан Нобелевский фонд, который ежегодно присуждает премии его имени. Для присвоения награды по каждому направлению существует специальный Нобелевский комитет. Окончательное утверждение лауреатов и объявление на весь мир проходит на пресс-конференции в Стокгольме, на которой присутствуют представители всех важнейших информационных агентств. Нобелевская премия не может быть присуждена совместно более чем трем лицам, и тем кого уже нет в живых.

Премии вручают 10 декабря в день смерти А.Нобеля. Премия мира вручается в Норвегии (Осло) председателем Нобелевского комитета. Остальные премии вручают в Швеции (Стокгольм), награду получают от рук короля.

Первые премии были вручены на церемонии в Стокгольме в 1901 г. Премию в области химии получил голландец Я.Вант-Гофф, физики и медицины – немцы В.Рентген и Э.Беринг (первый за открытие лучей, получивших его имя, а второй – за создание противодифтерийной сыворотки, спасший жизни многих людей). Литературной награды удостоился французский поэт Р.Сюлли-Прюдом.

В Осло премию мира получили швейцарец Анри Дюнан, основавший Международный Красный Крест, и француз Ф.Пасси – борец за мир, орга-

низатор мирных конгрессов.

Ежегодно утром 10 декабря перед торжественной церемонией лауреатов везут на северное кладбище Стокгольма поклониться праху основателя премий. Церемония вручения премий проходит в Стокгольмском Концертом зале. Почетный диплом и медаль лауреатам вручает шведский король. На лицевой стороне медали выбит профиль А.Нобеля с датами его жизни, а на оборотной стороне – аллегорические фигуры, символизирующие ту или иную науку. На медали лауреатов премии в области медицины и физиологии изображена фигура Медицины, помогающей страждущему больному.

После торжественной церемонии лауреатов приглашают на торжественный банкет, который проходит в большом зале Стокгольмской Ратуши. На следующий день в их честь устраивается прием в Королевском дворце, где им вручают чеки Нобелевского фонда.

В Осло церемония вручения Нобелевской премии мира проводится в университете, в зале ассамблей, в присутствии короля Норвегии и членов королевской семьи. Лауреат получает награду из рук председателя Норвежского нобелевского комитета. В соответствии с правилами церемонии награждения в Стокгольме и Осло лауреаты представляют собравшимся свои Нобелевские лекции, которые затем публикуются в специальном издании.

В 1968 г. число премий было увеличено: была установлена особая премия за достижения в области экономики, официально именуемая как Премия по экономике памяти Альфреда Нобеля, впервые она была присуждена в 1969 г.

Ученые из России становились лауреатами Нобелевской премии в области физиологии и медицины дважды. В 1904 г. победителем в этой номинации стал академик И.П.Павлов, получивший награду за вклад в изучение физиологии пищеварения, а спустя четыре года премии был удостоен И.И.Мечников, заслуги которого в изучении иммунитета и иммунной системы были отмечены наравне с достижениями немецкого ученого П.Эрлиха.

Нобелевские лауреаты в области медицины и физиологии за 1901-2008 гг.

Год	Имя ученого	Страна	За что присуждена премия
1901	Беринг Э.	Германия	Создание антидифтерийной сыворотки
1902	Росс Р.	Англия	Открытие роли комара в распространении малярии
1903	Финсен Н.	Дания	Разработка методов фототерапии – лечение светом, в частности, кожного туберкулеза ультрафиолетом
1904	Павлов И.П.	Россия	За работы в области физиологии пище-

			варения
1905	Кох Р.	Германия	Открытие туберкулезной бациллы
1906	Гольджи К. Рамон-и-Кахаль С.	Испания	Основополагающие работы по изучению клеточной структуры нервной системы и головного мозга
1907	Лаверан Ш.	Франция	Открытие плазмодия – возбудителя малярии
1908	Мечников И.И. Эрлих П.	Россия Германия	Создание теории иммунитета Создание метода количественного определения антител
1909	Кохер Т.	Швейцария	Исследования по физиологии, патологии и хирургии щитовидной железы
1910	Коссель А.	Германия	Раскрытие механизма возникновения подагры
1911	Гульстранд А.	Швеция	Раскрытия механизма аккомодации
1912	Каррель А.	Франция	Создание метода культур тканей
1913	Рише Ш.	Франция	Открытие анафилаксии и механизмы её возникновения
1914	Барани Р.	Австрия	Работы по физиологии и патологии вестибулярного аппарата, ответственного за равновесие и его поддержание
1915-1918 Премия не присуждалась			
1919	Бордэ Ж.	Бельгия	Открытие иммунного белка комплемента (открытие антигенной специфичности)
1920	Крог А.	Дания	За открытие механизма капиллярного кровообращения
1921 Премия не присуждалась			
1922	Хилл А. Мейергоф О.	Англия Германия	Исследования биоэнергетики мышцы Определение роли молочной кислоты в биоэнергетике мышцы
1923	Бантинг Ф. Маклеод Дж.	Канада	Открытие инсулина
1924	Эйнтховен В.	Голландия	Создание струнного гальванометра
1926	Фибигер Й.	Дания	Открытие паразита, вызывающего рак
1927	Вагнер-Яурег Ю.	Австрия	Лечение сифилиса
1928	Николь Ш.	Франция	За установление передатчика сыпного тифа – платяной вши
1929	Эйкман Х. Хопкинс Ф.	Голландия Англия	Открытие роли витаминов для предупреждения заболеваний бери-бери. Открытие незаменимых аминокислот
1930	Ландштейнер К.	США	Открытие групп крови
1931	Варбург О.	Германия	Открытие рибофлавина (витамина B_2)
1932	Шеррингтон Ч. Эдриан Э.	Англия Англия	Исследование рефлексов и нервных импульсов
1933	Морган Т.	США	Создание хромосомной теории наследственности
1934	Уипл Дж. Майнот Дж.	США	Раскрытие роли железа в возникновении и лечении знаменитой перниционз-

	Мерфи У.		ной анемии, а также исследования в области кроветворения
1935	Шлеман Х.	Германия	Открытие в области эмбриологии
1936	Дейл Г. Леви О.	Англия Германия	Открытие роли химических медиаторов в передаче нервных импульсов через синапс
1937	Сент-Дьердьи А.	Венгрия	Открытие аскорбиновой кислоты – витамина С
1938	Хейманс К.	Бельгия	Открытие роли хеморецепторов в регуляции кровообращения
1939	Домагк Г.	Германия	Синтез пронтозила – первого сульфаниламидного препарата
1940-1942 Премия не присуждалась			
1943	Дам Х. Дойзи Э.	Дания Англия	Открытие и изучение структуры витамина К
1944	Эрлангер Дж. Гассер Г.С.	США	За открытие функциональных различий между нервными волокнами различных типов
1945	Флеминг А. Чейн З. Флори Х.	Англия	Открытие и налаживание промышленного производства пенициллина – первого антибиотика
1946	Меллер Г.	США	Разработка метода получения мутаций с помощью рентгена
1947	Кори К. Кори Г. Усай Б.	США Аргентина	За описание обмена гликогена Исследование гормонов передней доли гипофиза
1948	Мюллер П.	Швейцария	Создание ДДТ – мощного инсектицида
1949	Хесс В.	Швейцария	Открытие гипоталамических центров регуляции вегетативных функций
1950	Кендалл Э. Рейхштейн Т. Хенч Ф.	США Швейцария США	За изучение и применение гормонов надпочечников и АКТГ (кортизон)
1951	Тейлер М.	США	Разработка вакцины против желтой лихорадки
1952	Ваксман З.	США	За открытие стрептомицина, первого антибиотика, эффективного при лечении туберкулеза
1953	Кребс Х. Липман Ф.	Англия США	Открытие цикла Кребса в биоэнергетике клетки Открытие роли коэнзима А в биоэнергетике клетки
1954	Эндерс Дж. Уэллер Т. Роббинс Ф.	США	Разработка методов культивирования вируса полиомиелита
1955	Теорелль А.	Швеция	Изучение окислительных процессов
1956	Курнан А. Ричардс Д. Форсман В.	США Германия	Разработка метода катетеризации сердца

1957	Бове Д.	Италия	Разработка антигистаминных средств и создание аналогов кураре (нарушающих проведение возбуждения от нерва к мышце)
1958	Бидл Дж. Тейтем Э. Ледербрег Дж.	США	Разработка теории «один ген – один фермент» Работы по генетике бактерий
1959	Очоа С. Корнберг А.	США	Открытие ферментов необходимых для биосинтеза нуклеиновых кислот. Синтез ДНК – вещества генов в пробирке
1960	Бернет М. Медавар П.	Австралия Англия	За открытие приобретенной иммунологической толерантности
1961	Бекеши Д.	США	За открытие механизма возбуждения в улитке внутреннего уха
1962	Крик Ф. Уилкинс М. Уотсон Дж.	Англия США	За открытие структуры нуклеиновых кислот и их роли в механизмах наследственности
1963	Эклс Дж. Ходжкин А. Хаксли А.	Австралия Англия	Раскрытие механизмов проведения нервных импульсов (генерация и распространение по мембране клетки)
1964	Блох К. Линен Ф.	США Германия	Раскрытие синтеза холестерина. Раскрытие механизма синтеза жиров
1965	Жакоб Ф. Львов А. Моно Ж.	Франция	За открытие генетической регуляции синтеза фермента
1966	Роус Ф. Хаггинс Ч.	США	За открытие онкогенных вирусов. За открытия, касающиеся гормонального лечения рака предстательной железы
1967	Гранит Р. Хартлайн Г. Уолд Дж.	Швеция США	За раскрытие роли палочек и колбочек, превращения зрительных пигментов, процессов кодирования зрительной информации
1968	Холи Р. Корана Х. Ниренберг М.	США	Расшифровка структуры одной из тРНК Искусственный синтез одного из генов кишечной палочки. Расшифровка генетического кода
1969	Дельбрюк М. Лурия С. Херши А.	США	Работы по генетике микробных вирусов бактериофагов. Исследование бактериофагов
1970	Кац Б. Эйлер У. Аксельрод Дж.	Англия Швеция США	За открытие роли норадреналина в синаптической передаче
1971	Сазерленд Э.	США	За открытие мессенджеров (посредников), в частности, циклического АМФ
1972	Эдельман Д. Портер Р.	США Англия	Расшифровка молекулярной структуры белковых антител
1973	Фриш К. Лоренц К. Тинберген Н.	Австрия Англия Голландия	Основополагающие работы в области этологи (науки о поведении животных)

1974	Клод А. Де Дюв К. Дж. Паладе	Бельгия США	За открытие роли митохондрий, лизосом и рибосом
1975	Балтимор Д. Темин Х. Дульбекко Р.	США	За открытия, касающиеся взаимодействия между онкогенными вирусами и генетическим материалом клетки
1976	Бламберг Б. Гайдузек Д.	США	За открытия новых механизмов происхождения и распространения инфекционных заболеваний
1977	Гиймен Р. Шали Э. Ялоу Р.	США	За открытие рилизинг-гормонов гипоталамуса. За усовершенствование радиоиммунологического метода исследования пептидных гормонов
1978	Арбер В. Натанс Д. Смит Х.	Швейцария США	Открытие рестриктаз – ферментов, «стригущих» молекулы нуклеиновых кислот (ферментов, с помощью которых можно разрезать или стричь молекулы нуклеиновых кислот в любом заранее выбранном месте)
1979	Кормак А. Хаунсфилд Г.	США Англия	За разработку метода компьютерной томографии
1980	Бенасерраф Б. Снелг Дж. Доссе Ж.	США Франция	Открытие комплекса гистосовместимости, играющего большую роль в отторжении пересаженных органов и тканей
1981	Сперри Р. Хьюбел Д. Визел Т.	США США	За открытие функциональной специализации полушарий мозга. За открытие закономерностей переработки информации в зрительной системе
1982	Бергстрем С. Самуэльсон Б. Вейн Дж.	Швеция Англия	Исследование простангландинов – мощных стимуляторов и регуляторов внутриклеточных обменных процессов.
1983	Мак-Клинток Б.	США	Открытие транспозонов «прыгающих» генов у кукурузы
1984	Келер Г. Мильштейн С. Ерне Н.	Германия Англия Дания	Разработка метода получения моноклонных антител, т.е. молекул одного клона. Развитие клональной теории. За создание теории «сетей» в иммунологии
1985	Браун М. Голдстайн Дж.	США	За выдающиеся открытия, касающиеся обмена холестерина и лечения нарушений уровня холестерина в крови
1986	Коэн С. Леви-Монтальчини Р.	США Голландия	Открытие и выделение «нервного ростового фактора» (НРФ) – пептидных факторов роста
1987	Тонегава С.	США	Открытие генов рецепторов Т-лимфоцитов
1988	Хитчингс Дж. Элайон Г.	США США	Создание азидотимидина (АЗТ) – лекарственного средства сдерживающего

	Блек Дж.	Англия	развитие СПИДа. Создание антигистаминовых блокаторов
1989	Бишоп Дж. Вармус Х.	США	Открытие первого онкогена вируса саркомы Рауса
1990	Муррей Дж. Томас Д.	США	Открытие в области трансплантации органов и клеток при лечении заболеваний. Пересадка первой почки человеку. Первая пересадка костного мозга
1991	Нейер Э Сакман Б.	Германия	За открытие функции отдельных ионных каналов в клетке
1992	Фишер Э. Кребс Э.	США	За открытие обратимого фосфорилирования белков как регуляторного механизма
1993	Робертс Р. Шарп Ф.	США	За открытие, не зависимо друг от друга, прерывистой структуры гена
1994	Гилмэн А. Родбелл М.	США Германия	За открытие G-белков и их роли в передаче сигналов к клетке
1995	Льюис Э. Нюслейн-Фольгард К. Вейсхаус Э.	США Германия США	За открытия, касающиеся генетического контроля раннего эмбрионального развития
1996	Доэрти П. Цинкернагель Р.	США Швейцария	Открытие специфичности клеточно-опосредованной иммунной защиты
1997	Прузинер С.	США	Открытие прионов, нового биологического принципа инфекции
1998	Фурхотт Р. Игнарро Л. Мюрад Ф.	США	Открытие роли оксида азота как сигнальной молекулы в регуляции сердечно-сосудистой системы
1999	Блобел П.	Англия	За открытие механизма доставки и размещения в живой клетке необходимых ей белков
2000	Карлссон А. Грингард Г. Кэндел Э.	Швеция США	Открытия в области передачи сигналов в нервной системе
2001	Хартвелл Л. Хант Т. Нёрс П.	США	За открытие и изучение ключевых регуляторов клеточного цикла
2002	Бреннер С. Хорвиц Р. Салстон Д.	Англия США Англия	За открытия в области генетической регуляции развития органов и программируемой смерти клеток
2003	Лакербург П. Мэнсфилд П.	США Англия	За достижения, связанные с получением изображения с помощью магнетического резонанса.
2004	Экслер Р. Бак Л.	США	За исследования в области физиологии обоняния
2005	Уоррен Р. Маршал Б.	Австралия	Доказали, что причиной развития гастрита и язвы желудка является не только стресс и плохое питание, но и бактерия Helicobacter Pilori
2006	Мело К. Файер Э.	США	Открытие фундаментального механизма лежащего в основе контроля потоков в

			генетической информации
2007	Капекки М. Смитис О. Эванс М.	США Англия	Открытия в области исследования эмбриональных столовых клеток и ДНК-рекомбинации у млекопитающих
2008	Цурхаузен Х. Барре-Синусси Ф. Монтанье Л.	Германия Франция	За открытие вируса, который вызывает рак шейки матки. За открытие вируса иммунодефицита человека, вызывающего СПИД
2009	Джек Шостак, Элизабет Блэкберн, Кэрол Грейдер	США	За открытие фермента теломеразы, защищающую молекулы ДНК от потери своих фрагментов.
2010	Роберт Эдвардс	Великобритания	За разработку методов экстракорпорального оплодотворения
2011	Брюс Бойтлер Жюль Хоффманн Ральф Штайнман	США Люксембург Канада	За открытие в области врожденного иммунитета За открытие роли дендритных клеток в приобретенном иммунитете
2012	Джон Гардон Синье Яманаке	Великобритания Япония	За открытие перепрограммирования стволовых клеток в плюрипотентные» (плюрипотентные клетки могут дифференцироваться во все типы клеток, кроме внешних эмбриональных тканей.
2013	Джеймсу Ротману Ренди Шекману Томасу Зюдофу	США	За открытия, касающиеся механизмов везикулярного транспорта внутри клеток и между ними
2014	Джон О'Киф Супруги Май-Бритт и Эдвард Мозер	США Норвегия	за открытие системы клеток в мозге, которая определяет положение в пространстве
2015	Уильям Кэмпбелл Сатоси Омура Ту Юю	США Япония Китай	за их исследования в области лечения заболеваний, вызванных паразитическими червями. за открытие новых методов лечения малярии
2016	Ёсинори Осуми	Япония	за открытие механизма аутофагии (процесс переработки клеткой ненужного содержимого в ней)
2017	Джеффри Холл, Майкл Росбаш, Майкл Янг	США	за открытие молекулярных механизмов, контролирующих циркадный ритм
2018	Джеймс Аллисон Тасуко Хондзё	США Японии	за исследования в области терапии рака путём активации иммунного ответа

АВТОРСКИЕ ОПЫТЫ, ЗАКОНЫ, РЕФЛЕКСЫ

Опыт Аристотеля. (Опыт лучше производить с закрытыми глазами). Предложите испытуемому скрестить средний и указательный пальцы и между ними положить маленький шарик, ластик или карандаш. Испытуемому будет казаться, что к нему прикасаются двумя разными предметами, а не одним. Иллюзия возникает потому, что раздражаются две точки, которые на практике не работают вместе при ощущении предметов.

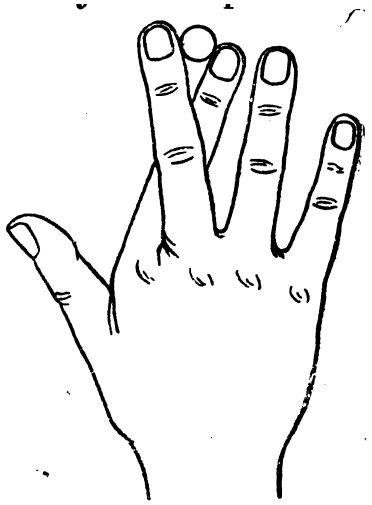


Рис. 10. Опыт Аристотеля

Опыт Клода Бернара (1851). После перерезки симпатического нерва на шее кролика через 1-2мин. наблюдалось значительное расширение сосудов ушной раковины, что проявлялось в покраснении кожи уха и повышении её температуры. При раздражении периферического конца этого перерезанного нерва кожа, покрасневшая после перерезки симпатических волокон, становилась бледной и холодной. Это происходит в результате сужения просвета сосудов уха.

Рис. 11. Сосуды уха кролика; на правой стороне, где сосуды резко расширены, перерезан симпатический ствол на шее

Опыт Бронджеста. Опыт помогает понять механизм возникновения мышечного тонуса. На спинальной лягушке находят поясничное сплетение, сделав разрез около 1см сбоку от таза, подводят под сплетение лигатуру. Закрепив лягушку за нижнюю челюсть на штативе, отмечают симметричное полусогнутое положение нижних конечностей: равенство углов, образуемых бедром и голенью, голенью и стопой на обеих конечностях и одинаковый уровень расположения пальцев по горизонтали.

Затем туго перевязывают поясничное сплетение и через несколько минут сравнивают угол и длину обеих лапок. Отмечают, что оперированная лапка слегка вытянута в результате устранения мышечного тонуса.

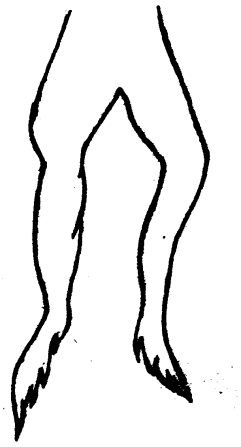


Рис.12. Опыт Бронджеста

Опыт Гальвани (первый опыт Гальвани, балконный опыт). Л.Гальвани в 1786 г. при изучении влияния атмосферного электричества на живой организм размещал на железной решетке балкона задние лапки лягушки, закрепленные на медных крючках. При соприкосновении лапок с железной решеткой балкона наблюдалось сокращение мышц. На основании этих наблюдений Гальвани высказал мысль о существовании животного электричества.

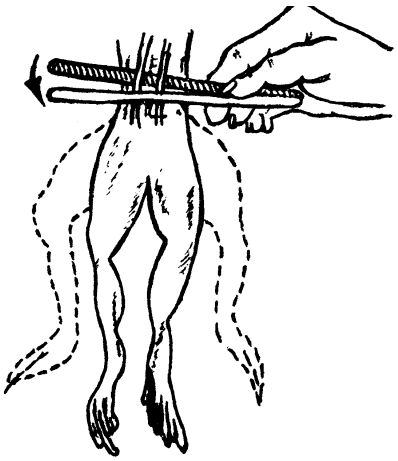


Рис.13. Первый опыт Гальвани

Опыт Гальвани (второй опыт Гальвани). Второй опыт Гальвани проделал в 1794 г. без металла. Приподнимая нерв нервно-мышечного препарата стеклянным крючком, он набрасывал его на поврежденный участок мышцы и наблюдал ее сокращение. Так было доказано наличие животного электричества.

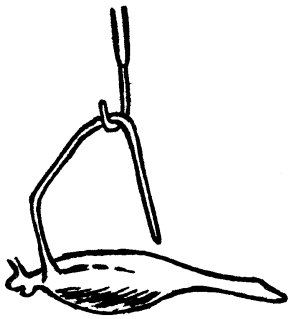


Рис.14. Второй опыт Гальвани

Опыт Гаскелла. Гаскелл использовал факт влияния температуры на скорость течения физиологических процессов для экспериментального доказательства ведущей роли синусного узла в автоматии сердца. Если нагревать или охлаждать различные отделы сердца лягушки, то выявляется, что частота его сокращения изменяется только при нагревании или охлаждении синуса, тогда как изменение температуры других частей сердца (предсердий, желудочка) сказывается лишь на силе мышечных сокращений. Опыт доказывает, что импульсы к сокращению сердца возникают в синусном узле.

Опыт Леви. Есть немало примеров того, что созидательная работа мозга человека происходит и во время сна. Так, известно, что именно во сне Д.И.Менделееву «явилась» Периодическая система химических элементов. Решающий опыт, с помощью которого удалось доказать химический механизм передачи нервных сигналов, приснился австрийскому ученому Отто Леви. Позже он вспомнил: «В ночь накануне пасхального воскресенья я проснулся, включил свет и бегло набросал несколько слов на крошечном листке бумаги. Затем снова заснул. В шесть часов утра я вспомнил, что записал нечто очень важное, но не смог разобрать свой небрежный почерк. На следующую ночь, в три часа, сон посетил меня снова. Это была идея эксперимента, который позволил бы проверить, верна ли гипотеза химической передачи, которая не давала мне покоя в течение семнадцати лет. Я немедленно встал, помчался в лабораторию и провел простой эксперимент на сердце лягушки, согласно своему ночному сновидению».

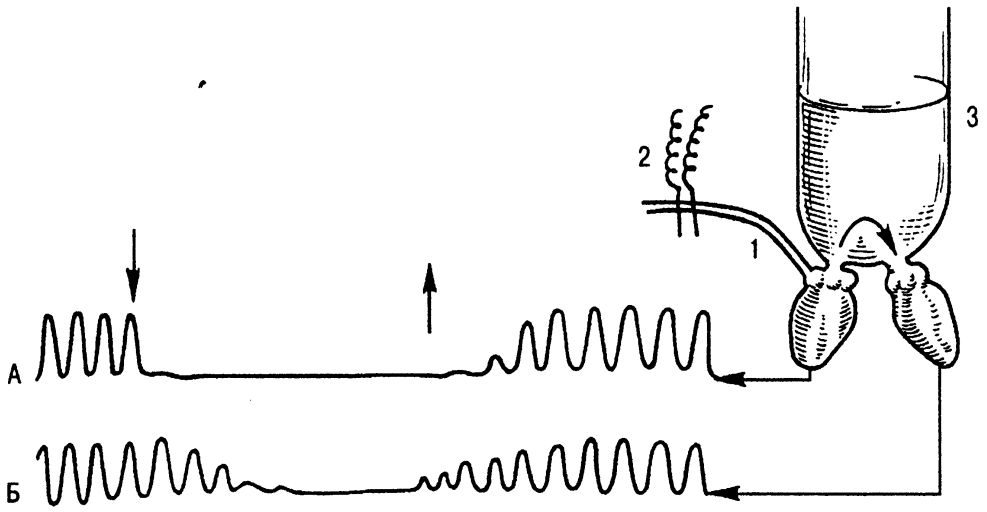


Рис.15. Опыт О.Леви. А – остановка сердца при раздражении блуждающего нерва; Б – остановка другого сердца без раздражения блуждающего нерва; 1 – блуждающий нерв, 2 – раздражающие электроды, 3 – канюля

Влияния на миокард нервных импульсов, приходящих по вегетативным нервам, определяются характером медиатора. Медиатором парасимпатических нервов является – ацетилхолин, а симпатических – норадреналин. Впервые это было установлено австрийским фармакологом О.Леви (1921). Он соединил два изолированных сердца лягушки с двумя концами одной и той же канюли. Сильное раздражение блуждающего нерва одного из сердец вызывало остановку не только иннервируемого этим нервом сердца, но и другого, интактного, связанного с первым только общим раствором канюли. Следовательно, при раздражении первого сердца в раствор выделялось вещество, влияющее на второе сердце. Это вещество было названо «вагусштофф» и оказалось впоследствии *ацетилхолином.* При аналогичном раздражении симпатического нерва сердца было получено другое вещество – «симпатикусштофф», представляющее собой *адреналин* или *но-радреналин,* сходные по своему химическому строению.

В 1936 г. О.Леви и Г.Дейл получили Нобелевскую премию за открытие химической природы передачи нервной реакции.

Опыт Мариотта (обнаружение слепого пятна). Испытуемый на вытянутых руках держит рисунок Мариотта. Закрыв левый глаз, смотрит правым глазом на крестик, и медленно приближает рисунок к глазу. На расстоянии приблизительно 15-25см изображение белого кружка исчезает. Происходит это потому, что при фиксации глазом крестика лучи от него падают на желтое пятно. Лучи от кружка при определенном расстоянии рисунка от глаза упадут на слепое пятно, и белый кружок перестает быть видимым.

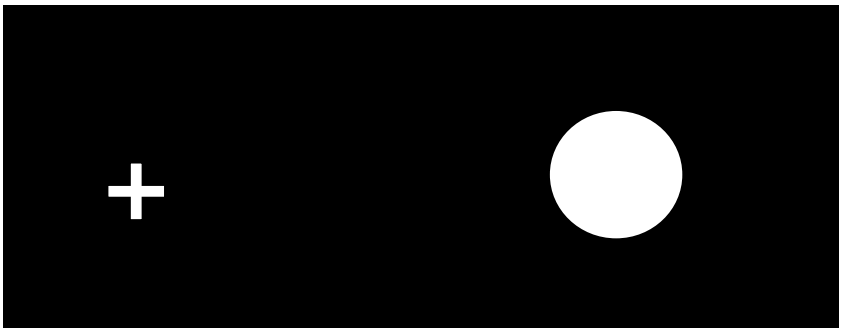


Рис.16. Рисунок Мариотта

Опыт Маттеуччи (опыт вторичного сокращения). Готовят два нервно-мышечных препарата. Нерв одного препарата оставляют с кусочком позвоночника, а у другого кусочек позвоночника удаляют. Нерв одного нервно-мышечного препарата (с кусочком позвоночника) с помощью стеклянного крючка помещают на электроды, которые соединены со сти-

мулятором. На мышцы этого препарата в продольном направлении набрасывают нерв второго нервно-мышечного препарата. Нерв первого нервно-мышечного препарата подвергают ритмичному раздражению, потенциалы действия, возникающие в мышце при ее сокращении, вызывают возбуждение наложенного на неё нерва другого нервно-мышечного препарата и сокращение его мышцы.

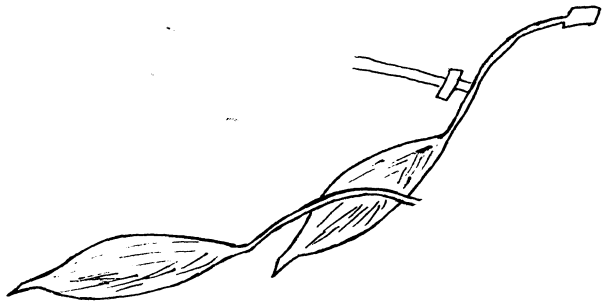


Рис. 17. Опыт Маттеуччи

Опыт Станниуса заключается в последовательном наложении трех лигатур (перевязок), разобщающих между собой отделы сердца лягушки. Опыт проводят для изучения способности к автоматии различных участков проводящей системы сердца.

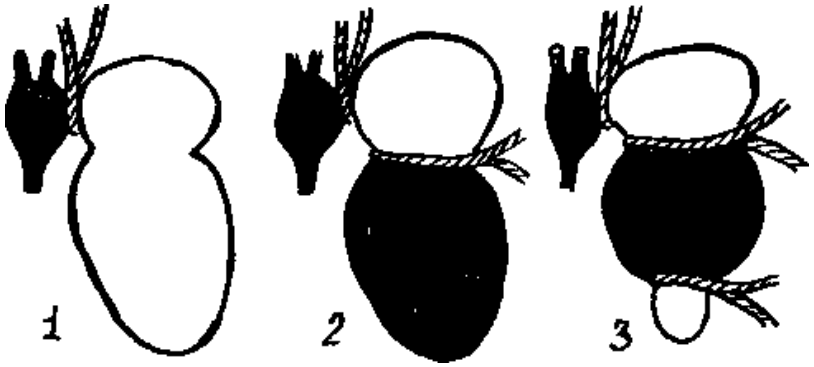


Рис.18. Схема опыта Станниуса: 1 – первая лигатура; 2 – первая и вторая лигатуры; 3 – первая, вторая и третья лигатуры. Темным цветом обозначены отделы сердца, сокращающиеся после наложения лигатур

Опыт Сеченова (сеченовское торможение). Торможение в центральной нервной системе было открыто И.М.Сеченовым в 1862 г. Он наблюдал возникновение торможения спинномозговых рефлексов при раздражении промежуточного мозга (зрительных бугров) лягушки кристалликом поваренной соли. Внешне это выражалось в значительном уменьшении рефлекторной реакции (увеличении времени рефлекса) или ее прекращении. Снятие кристаллика поваренной соли приводило к восстановлению исходного времени рефлекса.

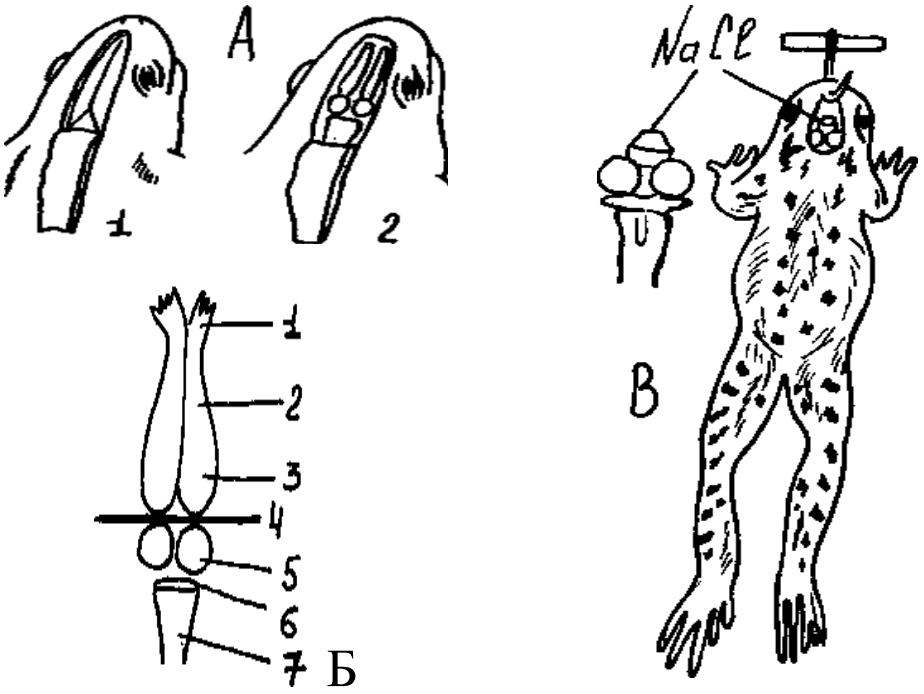


Рис.19. Схема опыта И.М.Сеченова с раздражением зрительных бугров лягушки. А – последовательные этапы обнажения головного мозга лягушки (1 – отогнут срезанный над черепной коробкой лоскут кожи; 2 – удалены крыша черепа и обнажен мозг). Б – головной мозг лягушки с линией разреза для опыта Сеченова (1 – обонятельные нервы; 2 – обонятельные доли; 3 – большие полушария; 4 – линия разреза, проходящая через промежуточный мозг; 5 – средний мозг; 6 – мозжечок; 7 – продолговатый мозг). В – место наложения кристаллов поваренной соли

Опыт Фредерика-Гейманса (опыт с перекрестным кровообращением). В опыте одни сонные артерии собак (I и II) перевязывают, а другие при помощи резиновых трубок соединяют крест-накрест друг с другом. В результате голова собаки I снабжается кровью, притекающей от собаки II, а голова собаки II снабжается кровью собаки I. Если зажать трахею собаки I, то в крови, протекающей через сосуды ее тела, постепенно будет уменьшаться количество кислорода и увеличиваться количество углекислоты. Однако прекращение доступа кислорода в легкие собаки I не сопровождается усилением ее дыхательных движений, напротив, они вскоре ослабляются, зато у собаки II начинается очень сильная одышка.

Поскольку нервная связь между обеими собаками отсутствует, ясно, что раздражающее действие недостатка кислорода и избытка углекислоты передается от тела собаки I к голове собаки II посредством тока крови, т. е. *гуморальным путем*. Кровь собаки I, перегруженная углекислотой и бедная кислородом, поступая в голову собаки II, вызывает возбуждение ее дыхательного центра. Вследствие этого у собаки II и возникает одышка, т.е. усиление вентиляции легких. Вместе с тем гипервентиляция приводит

к уменьшению (ниже нормы) содержания углекислого газа в крови собаки II. Эта обедненная углекислотой кровь поступает в голову собаки I и вызывает ослабление работы ее дыхательного центра, несмотря на то, что все ткани этой собаки, за исключением тканей головы, страдают от тяжелой гиперкапнии (избытка CO_2) и гипоксии (недостаток O_2), обусловленных прекращением доступа воздуха в ее легкие.

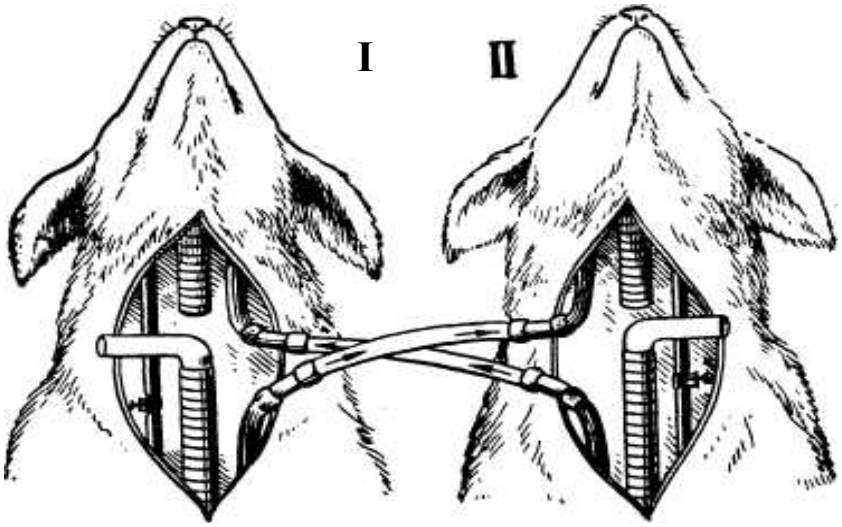


Рис.20. Опыт с перекрестным кровообращением

Закон Белла-Мажанди – в спинной мозг афферентные нервные волокна вступают в составе задних (дорсальных) корешков, а эфферентные выходят из спинного мозга в составе передних (вентральных) корешков.

Закон градиента автоматии Гаскелла – степень автоматии тем выше, чем ближе расположен участок проводящей системы к синоатриальному узлу (синоатриальный узел 60-80имп/мин., атриовентрикулярный – 40-50имп/мин., пучок Гиса – 30-40имп/мин., волокна Пуркинье – 20имп/мин.).

Закон поверхности тела Рубнера – энергетические затраты теплокровного организма пропорциональны площади поверхности тела.

Закон сердца Франка-Старлинга (закон зависимости энергии сокращения миокарда от степени растяжения составляющих его мышечных волокон) – чем сильнее растянута мышца сердца во время диастолы, тем она сильнее сокращается во время систолы. Следовательно, сила сердечных сокращений зависит от исходной длины мышечных волокон перед началом их сокращения.

Теория трехкомпонентного цветного зрения Ломоносова-Юнга-Гельмгольца – в сетчатке позвоночных находятся три типа колбочек,

каждый из которых содержит особое цветореактивное вещество. Благодаря содержанию различных цветореактивных веществ одни колбочки обладают повышенной возбудимостью к красному, другие – к зеленому, третьи – к сине-фиолетовому цвету.

Теория круговых активационных токов Гейманса (теория распространения возбуждения по нервам) – при проведении нервного импульса каждая точка мембраны генерирует потенциал действия заново, и таким образом волна возбуждения «пробегает» по всему нервному волокну.

Рефлекс Бейнбриджа – при увеличении давления в устьях полых вен увеличивается частота и сила сердечных сокращений.

Рефлекс Геринга – рефлекторное снижение ЧСС при задержке дыхания на высоте глубокого вдоха.

Рефлекс Гольца – уменьшение частоты сердечных сокращений или даже полная остановка сердца при раздражении механорецепторов органов брюшной полости или брюшины.

Рефлекс Данини-Ашнера (глазосердечный рефлекс) – уменьшение частоты сердечных сокращений при надавливании на глазные яблоки.

Рефлекс Парина – при повышении давления в сосудах малого круга кровообращения происходит торможение сердечной деятельности.

Принцип Дейла – один нейрон синтезирует и использует один и тот же медиатор или одни и те же медиаторы во всех разветвлениях своего аксона (кроме основного медиатора, как выяснилось позже, в окончаниях аксона могут выделяться и другие, сопутствующие медиаторы, играющие модулирующую роль – АТФ, пептиды и др.).

Принцип М.М.Завадского («плюс-минус» взаимодействия) – повышение содержания гормона в крови приводит к торможению ее секреции железой, а недостаток к стимуляции выделения гормона.

Лестница Боудича (1871) – если раздражать мышцу импульсами возрастающей частоты, не меняя их силы, величина сократительного ответа миокарда будет возрастать на каждый последующий стимул (но до определенного предела). Внешне это напоминает лестницу, поэтому явление получило название лестницы Боудича *(*при увеличении частоты раздражения сила сердечных сокращений увеличивается).

Феномен Орбели-Гинецинского. Если стимуляцией двигательного нерва довести мышцу лягушки до утомления, а затем одновременно раздражать симпатический ствол, то работоспособность утомленной мышцы повышается. Сама по себе стимуляция симпатических волокон не вызывает сокращения мышцы, но изменяет состояние мышечной ткани, повышает её восприимчивость к передаваемым по соматическим волокнам импульсам.

Эффект Анрепа (1972) заключается в том, что при повышении давления в аорте или легочном стволе сила сердечных сокращений автоматически возрастает, обеспечивая тем самым возможность выброса такого же объема крови, как и при исходной величине артериального давления в аорте или легочной артерии, т.е. чем больше противонагрузка, тем больше сила сокращения, а в итоге обеспечивается постоянство систолического объема.

ЛИТЕРАТУРА

1. Заянчковский И.Ф. Животные – помощники ученых. Научно-популярные очерки. –Уфа: Баш.кн.изд-во, 1985.
2. История биологии. С древнейших времен до начала XX века /под ред. С.Р.Микулинского. –М.: Наука, 1972.
3. Ковалевский К.Л. Лабораторные животные. –М.: Изд-во Академии Медицинских наук СССР, 1951.
4. Лалаянц И.Э., Милованова Л.С. Нобелевские премии по медицине и физиологии /Новые в жизни, науке, технике. Сер. «Биология», №4. – М.: Знание, 1991.
5. Леванов Ю.М. Грани гениальности //Биология в школе. 1995. №5. – С.16.
6. Леванов Ю.М., Андрей Везалий //Биология в школе. 1995. № 6. – С.18.
7. Мартьянова А.А., Тарасова О.А. Три эпизода из истории физиологии. //Биология для школьников. 2004. № 4. – С.17-23.
8. Самойлов А.Ф. Избранные труды. –М.: Наука, 1967.
9. Тимошенко А.П. О клятве Гиппократа, эмблеме медицины и о многом другом //Биология в школе. 1993. № 4. – С.68-70.
10. Уоллэйс Р. Мир Леонардо /пер. с англ. М.Карасевой. –М.: ТЕРРА, 1997.
11. Физиология человека и животных /под ред. А.Д.Ноздрачева. Кн.1. –М.: Высшая школа, 1991.
12. Физиология человека: в 2т. /под ред. Б.И.Ткаченко. Т.2. –СПб.: Изд-во Международный фонд развития науки, 1994.
13. Эккерт Р. Физиология животных. Механизмы и адаптация: в 2т. –М.: Мир, 1991.
14. Энциклопедия для детей. Т.2. –М.: Изд-во «Аванта +», 1994.

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ ……... 3
КРАТКАЯ ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ФИЗИОЛОГИИ …… 4
ЗНАЧЕНИЕ ЛАБОРАТОРНЫХ ЖИВОТНЫХ В РАЗВИТИИ ФИЗИОЛОГИИ ……. 11
ПЕРСОНАЛИИ ……. 17
Авиценна ……. 25
Анохин П.К. …… 26
Бантинг Ф. ……... 27
Бернар К. ……. 29
Везалий А. ……... 30
Леонардо да Винчи ……. 32
Вольта А. ……. 34
Гален К. ……... 35
Гальвани Л. …….. 37
Гарвей У. ……. 39
Гельмгольц Г. ……. 41
Гиппократ …… 43
Декарт Р. ……. 45
Дюбуа-Реймон Э. …… 47
Ковалевский Н.О. ……... 48
Ломоносов М.В. ……. 49
Мислявский Н.А. …… 51
Овсянников Ф.В. ……. 52
Павлов И.П. ……. 53
Самойлов А.Ф. …… 57
Селье Г. …… 61
Сеченов И.М.…… 62
Ухтомский А.А. ……. 64
Шеррингтон Ч.С. …… 65
НОБЕЛЕВСКИЕ ЛАУРЕАТЫ В ОБЛАСТИ МЕДИЦИНЫ И ФИЗИОЛОГИИ ……. 67
АВТОРСКИЕ ОПЫТЫ, ЗАКОНЫ, РЕФЛЕКСЫ …….. 76
ЛИТЕРАТУРА ……... 85

Учебное издание

Физиология человека и животных
(страницы истории)

Составители:
Рида Сагитовна Мусалимова
Людмила Викторовна Лязина

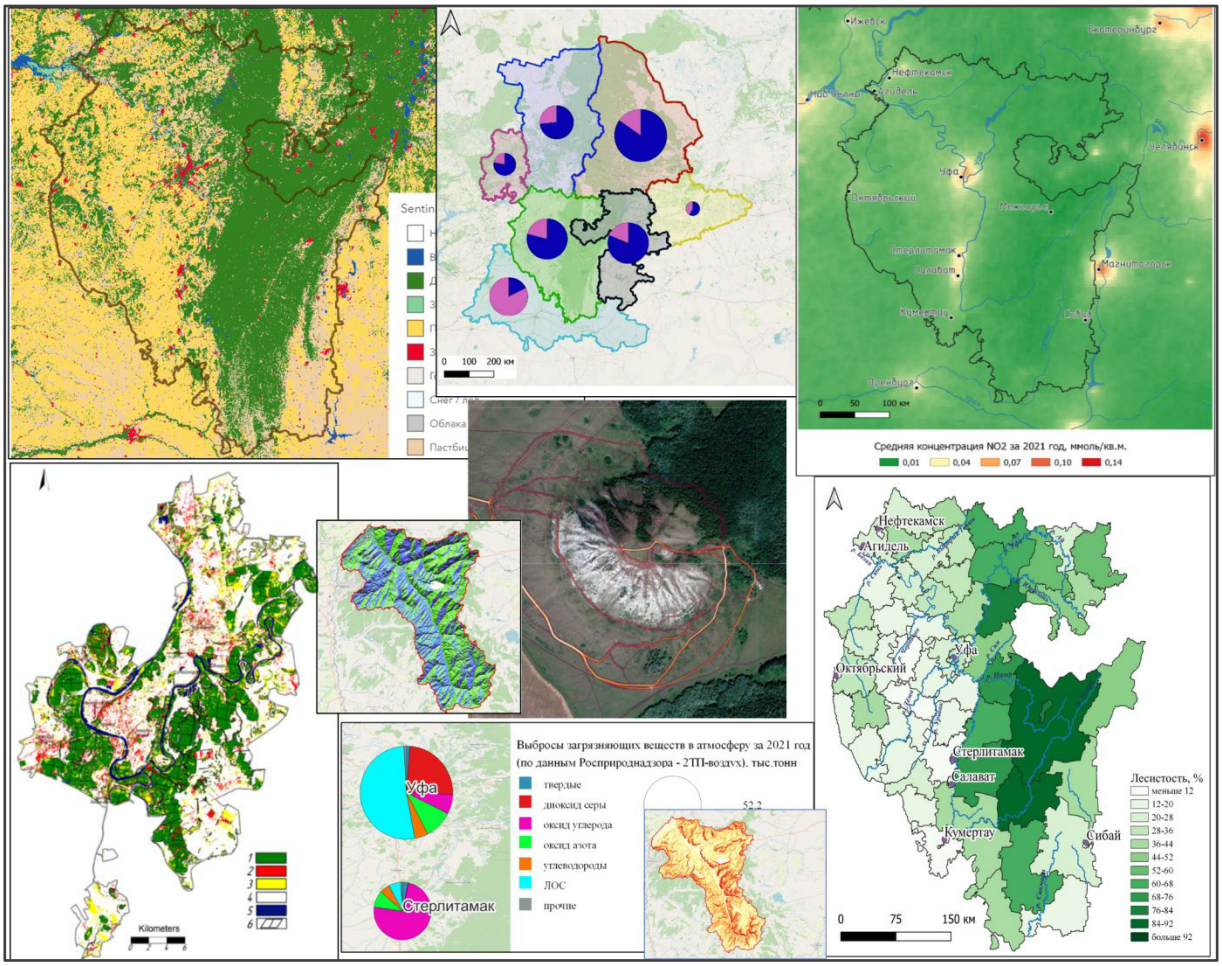
Редактор Т.В.Подкопаева

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМ. АКМУЛЛЫ»

И.Р.Рахматуллина, З.З.Рахматуллин,
Г.Р.Гильманова

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ КАРТОГРАФИРОВАНИЕ

Учебное пособие



Уфа 2023

УДК 574:528.9 (075.8)
ББК 20.1
Р27

Рахматуллина, И.Р. Экологическое картографирование: учебное пособие / И.Р. Рахматуллина, З.З. Рахматуллин, Г.Р. Гильманова. – Уфа: Издательство БГПУ, 2023. – 100 с. – ISBN 978-5-907730-16-8

Изложены основы экологического картографирования. Рассмотрены общие положения по составлению экологических карт, используемые при этом географические информационные системы, источники информации и способы картографического изображения.

Учебное пособие предназначено для обучающихся по экологическим и географическим направлениям подготовки образовательных организаций высшего образования (бакалавриат и магистратура): 05.03.06 Экология и природопользование; 05.04.06 Экология и природопользование; 44.03.01 Педагогическое образование, профиль География; 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки), один из профилей География. Может быть использовано и для более широкого круга обучающихся, так как затрагивает общие вопросы картографирования и использования географических информационных систем, носящие междисциплинарный характер.

Рецензенты:

***Ф.Ф.Исхаков**, канд. биол. наук, доцент кафедры экологии, географии и природопользования (БГПУ им. М. Акмуллы);*

***Р.Р.Хисамов**, д-р биол. наук, профессор кафедры кадастра недвижимости и геодезии (Баш. гос. аграрный университет).*

ISBN 978-5-907730-16-8

©Издательство БГПУ, 2023

©Рахматуллина И.Р., Рахматуллин З.З., Гильманова Г.Р., 2023

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 4
1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПО СОСТАВЛЕНИЮ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ КАРТ 6
1.1 Экологические карты 6
1.2 Географические информационные системы в экологическом картографировании 17
1.3 Источники информации для экологического картографирования 27
2. СПОСОБЫ КАРТОГРАФИЧЕСКОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ 42
2.1 Общие сведения о способах картографического изображения 42
2.2 Значки. Линейные знаки. Ареалы 45
2.3 Изолинии. Локализованные диаграммы. Точечный способ 57
2.4. Способы качественного и количественного фона 71
2.5 Картограммы и картодиаграммы. Псевдоизолинии. Карты-анаморфозы 75
ЗАКЛЮЧЕНИЕ 92
СПИСОК ИСТОЧНИКОВ 93

ВВЕДЕНИЕ

Составление картографических продуктов и визуализация информации является одним из наиболее важных составляющих исследований экологического, природоохранного, ресурсоведческого характера, а также при управлении природопользованием и экологическом сопровождении хозяйственной деятельности. Поэтому подготовка специалиста-эколога невозможна без формирования глубоких и разносторонних знаний о теории и практике экологического картографирования.

В первом разделе предлагаемого учебного пособия раскрыты общие положения по составлению экологических карт: даны определения, рассмотрены классификации экологических карт, их элементы и правила оформления.

Отдельная глава посвящена применению географических информационных систем, без которых сегодня невозможно представить деятельность специалистов, работающих с пространственными данными. Рассмотрены компоненты геоинформационных систем, наиболее используемые модели данных и современное программное обеспечение.

Следующая глава раскрывает источники информации для экологического картографирования. На составителях экологических карт лежит большая ответственность. Эколог-картограф должен понимать, что его информация может повлиять на принятие решений, связанных с развитием территории. Поэтому информация должна отвечать многим критериям по достоверности, полноте, актуальности, репрезентативности и пр. В эпоху информационного бума умение ориентироваться в больших массивах сведений различной природы и происхождения (зачастую на стыке сразу нескольких направлений науки, совершенно разнокачественной и потому сложно интерпретируемой) становится необходимым условием. Поэтому эта глава призвана помочь сориентироваться в разнообразных источниках информации для составления карт.

В современных условиях большой объем информации можно получить по данным дистанционного зондирования Земли. В пособии рассмотрены наиболее популярные спутниковые снимки Landsat, Sentinel, MODIS, а также области и примеры их применения. Среди глобальных цифровых моделей рельефа рассмотрены SRTM (Shuttle Radar Topographic Mission) и производные на их основе морфометрические параметры.

Разнообразную тематическую пространственную информацию для составления экологических карт можно найти и на различных картографических сервисах и базах данных. Например, на сервисе OpenStreetMap - самого успешного краудсорсингового географического информационного проекта.

Второй раздел учебного пособия посвящен изучению способов картографического изображения. За годы существования картографии была

разработана стройная теория условных знаков, определены графические переменные для передачи семантической информации. По К.А.Салищеву, в картографии используется одиннадцать способов картографического изображения: значки, линейные знаки, изолинии, псевдоизолинии, качественный фон, количественный фон, локализованные диаграммы, точечный способ, ареалы, знаки движения, картодиаграммы, картограммы.

Чтобы уметь правильно составлять экологические карты, нужно правильно выбирать способы изображения для того или иного экологического сюжета. Поэтому специалист, занимающийся составлением даже простейших карт, должен хорошо представлять возможности и пределы применения каждого способа.

Способы картографического изображения в целях лучшего усвоения материала сгруппированы по общим признакам. Каждый способ подробно описан с его достоинствами и недостатками. В качестве примеров рассмотрены экологические показатели, которые могут быть визуализированы тем или иным способом картографического изображения.

Учебное пособие предназначено для обучающихся по экологическим и географическим направлениям подготовки образовательных организаций высшего образования. Может быть использовано и для более широкого круга обучающихся, так как затрагивает общие вопросы картографирования и использования географических информационных систем, носящие междисциплинарный характер.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПО СОСТАВЛЕНИЮ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ КАРТ

1.1 ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ КАРТЫ

Основные определения

Картографирование – это комплекс мероприятий по созданию карты или ряда карт какой-либо области. Карта – это построенное в картографической проекции, уменьшенное, обобщенное изображение поверхности Земли, поверхности другого небесного тела или внеземного пространства, показывающее расположенные на них объекты в определенной системе условных знаков [ГОСТ 21667-76]

Экологическое картографирование – наука о способах сбора, анализа и картографического представления информации о состоянии среды обитания человека и других биологических видов, т.е. об экологической обстановке. Целью экологического картографирования является анализ экологической обстановки и ее динамики, т.е. выявление пространственной и временной изменчивости факторов природной среды, воздействующих на здоровье человека и состояние экосистем. Для достижения этой цели требуется выполнить сбор, анализ, оценку, интеграцию, территориальную интерпретацию и географически корректное картографическое представление весьма многообразной, нередко трудно поддающейся сопоставлению экологической информации [Стурман, 2003; 2019].

Экологическое картографирование представляет собой «стыковую» дисциплину и образует сложное единство экологических (геоэкологических) методов получения и территориальной интерпретации данных о состоянии окружающей среды и общекартографических приемов географически корректного изображения информации. При этом её развитие не ограничивается отраслевыми рамками, а проявляется в экологизации содержания карт многих других тематических отраслей. Тематические карты природы (климатические, гидрологические, геологические, геоморфологические, геоботанические, почвенные и др.) позволяют оценить многие природные предпосылки экологических ситуаций

Составление экологических карт базируется на анализе и синтезе большого объема информации, получаемой из различных источников. Одно из главных предъявляемых к ним требований - наличие пространственных (географических) данных, содержащих сведения о местоположении. К таким сведениям относятся материалы экологического и других видов мониторинга; картографические материалы; данные полевых наблюдений и измерений; результаты лабораторных анализов. В последние десятилетия к ним относят и данные дистанционного зондирования, объемы, разнообразие, качество и доступность которых позволяют с успехом использовать их в экологическом картографировании.

Экологическое картографирование как сформировавшееся целостное направление в тематическом картографировании динамично и многосторонне развивается в мировом сообществе и в России на базе современных научных концепций в природопользовании; теоретико-методических положений экологических исследований; оценки, анализа изменений и охраны окружающей среды в результате хозяйственной деятельности человека, применяя математические методы и геоинформационные технологии [Ротанова, 2008].

Экологическая карта является характерным примером обобщения пространственных характеристик с одновременным обобщением качественных и количественных признаков картографируемых явлений. Она содержит результаты перехода от элементарных характеристик к сложным системным представлениям о сущности отображаемых ситуаций [Володченко, Ротанова, 2008].

Элементы экологических карт

Экологические карты содержат в себе элементы, свойственные всем географическим картам. К ним относятся:

Картографическое изображение – это содержание карты, основной элемент любой карты, совокупность сведений об объектах и явлениях, их размещении, свойствах, взаимосвязях, динамике. На тематических картах, к которым и относятся экологические карты, различают две составные части картографического изображения.

Во-первых, это географическая основа, т.е. общегеографическая часть содержания, которая служит для нанесения и привязки элементов тематического содержания, а также для ориентировки по карте. К ней относится гидрография, границы, населенные пункты, пути сообщения.

Во-вторых, тематическое содержание, в данном случае экологического или природоохранного значения (например, состояние окружающей среды, распространение загрязнений, эрозионные процессы и т.д.).

Важнейший элемент всякой карты – легенда, т.е. система использованных на ней условных обозначений и текстовых пояснений к ним. Для топографических карт составлены специальные таблицы условных знаков. Они стандартизированы и обязательны к применению на всех картах соответствующего масштаба. На большинстве тематических карт обозначения не унифицированы, поэтому легенду размещают на самом листе карты. Она содержит разъяснения, истолкование знаков, отражает логическую основу и иерархическую соподчиненность картографируемых явлений. Последовательность обозначений, их взаимное соподчинение в легенде, подбор цветовой гаммы, штриховых элементов и шрифтов – все это подчинено логике классификации изображаемого объекта или процесса. На сложных картах для повышения информативности легенды ее иногда представляют в табличной (матричной) форме.

Картографическое изображение строится на математической основе, элементами которой являются картографическая проекция, выражающая аналитическую зависимость между координатами точек поверхности земного эллипсоида и его плоского изображения; координатные сетки; масштаб и геодезическая основа. На мелкомасштабных картах элементы геодезической основы не показываются. Координатная сетка тоже может отсутствовать, если карта является схемой или изображает небольшую территорию.

С математической основой связана и компоновка карты, т.е. взаимное размещение в пределах рамки самой изображаемой территории, названия карты, легенды, дополнительных карт и других данных.

Вспомогательное оснащение карты, облегчающее чтение и пользование картой, составляют картометрические графики (например, шкала для определения крутизны склонов на топографических картах), схемы изученности территории, использованные материалы, различные справочные сведения (название карты, автор, редактор, использованные источники, издательство, место и год издания и др.).

К дополнительным данным относятся карты-врезки, диаграммы, графики, фотографии, таблицы, профили, текстовые или цифровые данные, тематически связанные с содержанием карты, дополняющие и поясняющие картографическое изображение, позволяющие раскрыть особенности картографируемых явлений, дать сведения об их развитии и тенденциях изменения [Берлянт, 2002; Боков и др., 2016].

Классификации экологических карт

В настоящее время существует большое количество классификаций экологических карт, поскольку огромное множество экологических проблем беспрерывно влияет на появление новых классификационных признаков. Число классификационных признаков практически так же безгранично, как число экологических проблем и подходов к их изучению [Стурман, 2003].

На высших уровнях классификации применяются универсальные критерии: содержательная концепция; степень интеграции информации (частные и общие, аналитические и синтетические, элементарные и комплексные карты); временные аспекты (карты современного состояния, потенциальных состояний, ретроспективные, прогнозные).

Основные критерии классификации карт включают тематическое содержание, функции, целевое назначение; вторичные критерии - масштаб, территориальный охват, временную частоту (повторяемость), технологию составления, формы разработки и картографического представления [Геоэкологическое…, 2012].

Существует относительно устоявшаяся классификация экологических карт по научно-прикладной направленности. В пределах этого классификационного признака выделяют следующие виды карты:

– инвентаризационные карты, на которых показываются элементы природной среды (например: природные зоны, ландшафты, бассейновая структура) и характер их использования (сельское, лесное хозяйство, под рекреацию), а также источники и объёмы техногенного воздействия на них – населённые пункты, транспортные коммуникации, промышленные и сельскохозяйственные предприятия.

– оценочные карты характеризуют соответствие состояний окружающей природной среды каким-либо экологическим критериям и нормам. На инвентаризационно-оценочных картах добавляется характеристика реакции среды на техногенные воздействия на неё. Оценки носят приближённый, качественный характер и основываются главным образом на биоиндикационных данных (например, состояние лесов) или на материалах опробования различных природных сред. На комплексных оценочных картах основным элементом содержания является оценка экологической ситуации, которая характеризует состояние, как отдельных компонентов, так и природной среды в целом [Макаренко, 2017].

– прогнозные экологические карты отображают (моделируют) прогнозируемое экологическое состояние территории или компонента природы при различных условиях: без антропогенного вмешательства, при осуществлении хозяйственных мероприятий, при проведении различных природоохранных мероприятий.

– рекомендательные карты направлены на оптимизацию отношений в окружающей природной среде, а также гармонизацию отношений человека и природы [Экологическое…, 2017].

По тематическому содержанию экологическое картографирование можно классифицировать на:

– карты факторов и условий среды (физико-географические карты, характеризующие условия жизнедеятельности; карты природно-ресурсного и экологического потенциала территорий; устойчивости геосистем);

– карты процессов (распространения загрязнений, миграции, эрозии, опасных природных явлений);

– карты состояний (современного и прогнозируемых, в том числе карты антропогенных изменений);

– карты проблем и остроты экологических ситуаций;

– карты организации охраны природы и ресурсопользования (контроля и управления природопользованием) [Геоэкологическое…, 2009].

Альтернативная классификация:

– картографирование загрязнения атмосферы (потенциала загрязнения атмосферы, источников и уровней загрязнения);

– картографирование загрязнения водных объектов (поверхностных вод суши, подземных вод, морей);

– картографирование загрязнения почв и других депонирующих сред (снежного покрова, донных отложений);

– биоэкологические, биоиндикационные и медико-географические картографирование;

– картографирование физических факторов окружающей среды (радиационной обстановки, шумового загрязнения, электромагнитных полей);

– картографирование охраны окружающей среды;

– комплексное экологическое картографирование (природопользования, оценки экологических ситуаций и состояния среды) [Стурман, 2019].

По схеме И.В. Гармиза качество карты определяется на основе анализа шести сложных свойств. К ним относятся:

– надежность - соответствие содержания действительности, характеризуется качеством информации, определяется полнотой, достоверностью и точностью карты;

– кондиционность - соответствие изготовленной карты заданным нормам или стандартам;

– релевантность - соответствие карты решаемым по ней задачам;

– читаемость - эффективность использования карты, проявляющаяся в скорости и безошибочности решения задачи;

– дизайн - система приемов оформления карты, способствующая восприятию и созданию эмоционального воздействия на потребителя, определяется оригинальностью графического решения и гармоничностью, повторяемостью, соподчиненностью, соразмерностью, уравновешенностью, единством картографического изображения;

– социально-идеологическая значимость - определяется эффективностью выбора тематики и показателей картографирования, правильностью показа границ, достоверностью показа явлений, соответствующим использованием цветовых и геометрических иллюзий и ассоциаций, а также объективностью текстовых и графических вспомогательных материалов – врезки, диаграммы и др.) [Гармиз, 1990].

Оформление экологических карт

Цель оформления карты – оптимальное распределение изобразительных средств, наиболее соответствующее её назначению и содержанию.

Основные требования к оформлению географических карт:

Различимость обозначений, что означает удобство зрительной дифференциации элементов содержания. Штриховые элементы, надписи и цветовые обозначения должны чётко отделяться друг от друга, не сливаясь и не накладываясь. Надписи должны размещаться так, чтобы связи их с именуемыми объектами были однозначны.

Наглядность обозначений, т. е. доступность их для опознания по зрительной ассоциации с соответствующими им объектами. Так, морские и речные порты обозначают якорями, аэропорты - силуэтом самолета. На климатических картах высоким температурам и малым суммам осадков соответствуют «теплые» тона: оттенки красного, оранжевого, желтого цветов, а низким температурам и большим суммам осадков - «холодные»: оттенки фиолетового и синего цветов. Хорошо оформленная карта - это карта, которая может быть понята без использования таблицы условных обозначений (легенды) [Стурман, 2019].

Выбор цвета и штриховки – очень ответственная операция при нанесении экологической информации на картографическую основу. При картографировании экологических сюжетов принят «принцип светофора»: благополучной экологической ситуации соответствует зеленый цвет, тревожной – желтый, неблагополучной ситуации - красный цвет. Если необходимо создать более трех цветовых градаций, то для характеристики ситуации, более благополучной, чем «зеленая», рекомендуется использовать голубой цвет, а для ситуации более неблагополучной, чем «красная» - темно красный и черный цвета. То есть при выборе цветов рекомендуется придерживаться порядка расположения цветов в видимой части спектра (рис 1, 2) [Карандашева, 2017].

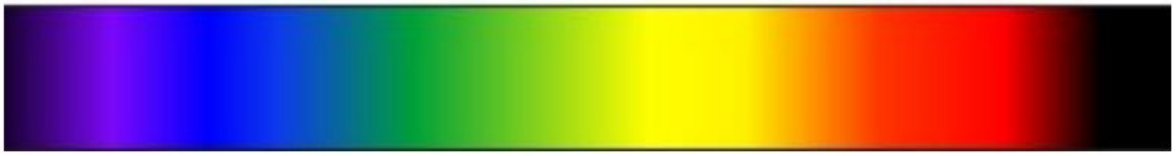


Рис. 1 Спектр света. Видимые цвета спектра: фиолетовый, синий, голубой, зеленый, желтый, оранжевый, красный

Оттенки серого (в диапазоне белый - черный) следует применять очень осторожно: они могут хорошо выглядеть в легенде, но при этом плохо различаться на карте (рис. 3).

Логические связи в системе обозначений проявляются в том, что похожие объекты обозначаются похожим образом, а непохожие - непохожим. При этом из сопоставления похожих обозначений должна быть очевидным образом видна иерархия соответствующих им объектов: более крупный город обозначается более крупным значком, более важная дорога - более толстой линией, и т. п.

Выразительность, т. е. выдвижение на передний план наиболее важных элементов содержания. Так, из факторов окружающей среды наиболее важным для здоровья человека является атмосферный воздух. Соответственно, для показа его состояния следует использовать наиболее заметные изобразительные средства (фоновая окраска), а для менее значимых факторов - менее заметные обозначения.

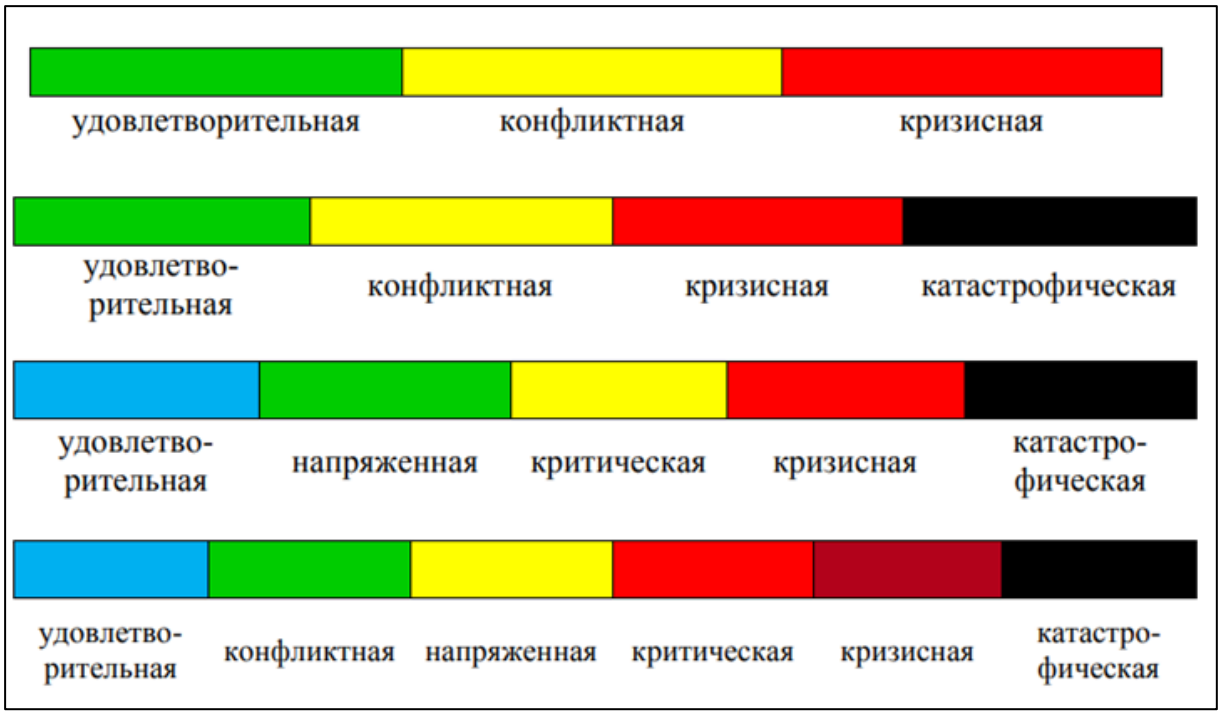


Рис. 2 Варианты использования цветов для показа экологических ситуаций

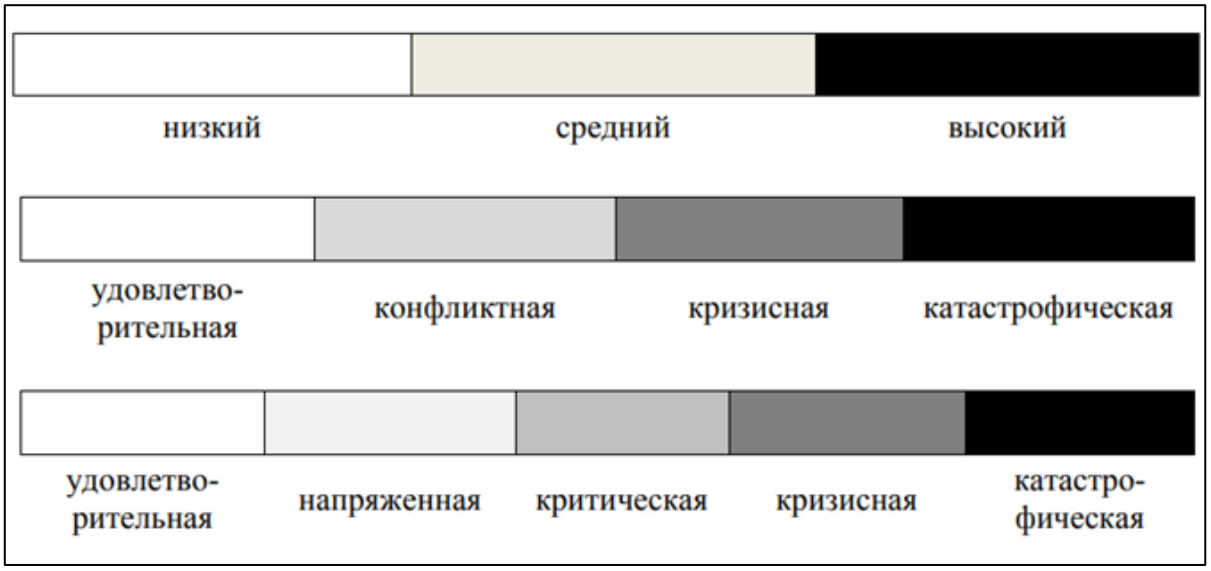


Рис. 3 Оценка экологической ситуации в черно-белой гамме [Карандашева, 2017]

Соблюдение общей графической нагрузки. Общей графической нагрузкой карты называется часть её площади, занятая штриховыми обозначениями и надписями. Оптимальной считается общая графическая нагрузка 12%. При меньшей величине карта имеет вид недогруженной и может быть без ущерба для содержания пересоставлена в более мелком масштабе. Максимально допустимая общая графическая нагрузка составляет 18%; при превышении этой величины становится невозможным обес-

печить различимость обозначений и карта становится нечитаемой [Стурман, 2019].

Цветовая гармония

Цветовая гармония – это созвучие цветов, их сочетаемость, красивое соотношение. Гармония в цвете основывается на определённых правилах. Для того, чтобы понять эти закономерности нужно уметь пользоваться спектральным или цветовым кругом.

Цветовой круг представляет собой шкалу из цветов видимого диапазона, расположенных по окружности. Эти цвета располагаются в определённой последовательности – также как и в радуге. Цветовая гамма состоит из 12 базовых цветов: трёх основных (первичных), трёх составных и шести третьего порядка (третичных). В цветовом круге Иттена эти группы расположены на равном расстоянии друг от друга (рис. 4).

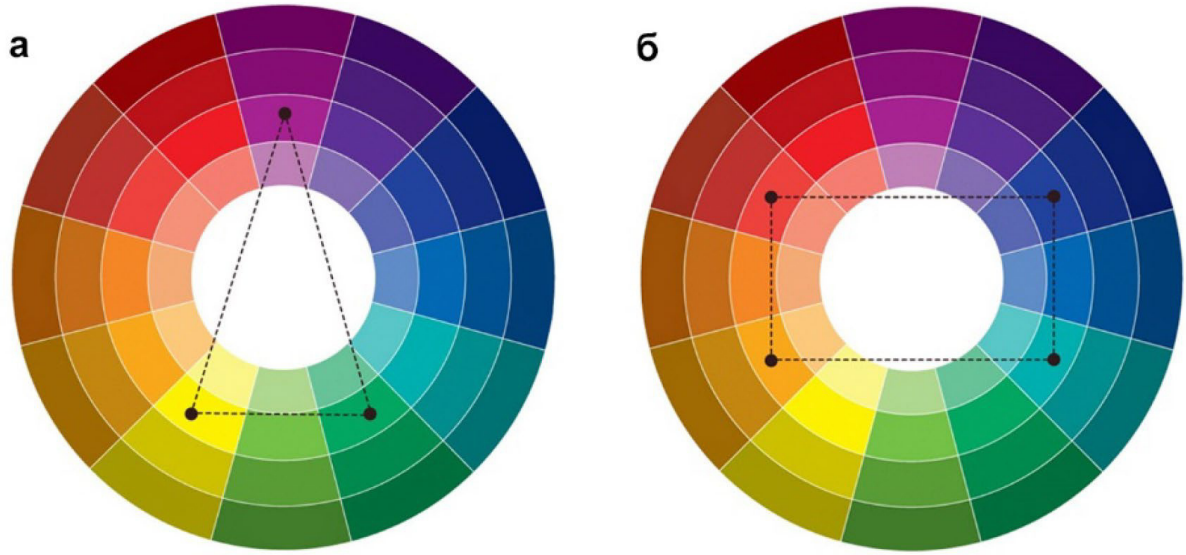


Рис. 4 Цветовой круг Иттена (пунктирной линией обозначены: а - раздельно-комплементарное сочетание цветов. б - тетрада)

Основными цветами являются красный, синий и желтый, потому что их нельзя получить смешением других цветов.

Составные цвета (зелёный, оранжевый, фиолетовый) получают путем смешения двух основных цветов: синий и жёлтый цвета дают зелёный цвет; красный и жёлтый - оранжевый: синий и красный - фиолетовый.

Третичные (цвета третьего порядка) получаются при смешении основного и составного цветов: красно-фиолетовый, жёлто-оранжевый. сине-зелёный, сине-фиолетовый, жёлто-зеленый и красно-оранжевый.

Дополнительные цвета в цветовом круге расположены строго напротив друг друга и при смешении дают нейтральные цвета.

Чистые и яркие цвета расположены в центральном кольце цветового круга, во внутренних кольцах находятся ненасыщенные тона (цветовой тон

с добавлением разного количества белого), а во внешних - оттенки (цветовой тон с добавлением чёрного).

Цвета бывают тёплыми (в них присутствует красный или жёлтый цвет) либо холодными (в них присутствует синий цвет). Таким образом, можно «разогреть» определенные цвета, например серый или желтовато-коричневый, добавив больше красного или жёлтого. И наоборот, можно «охладить», добавив различные оттенки синего.

Отметим, что холодные цвета отступают на задний план, а тёплые цвета выходят на передний (красный и жёлтый сразу бросаются в глаза). Поэтому при комбинировании тёплых цветов с холодными следует использовать меньше тёплого цвета. Для более сильного контраста также можно использовать больше холодного цвета.

Подбор цветовой гаммы – достаточно ответственное занятие. Сочетание цветов в дизайне всегда было основной из главных задач. Цветовая гамма не должна напрягать или нервировать, а, наоборот, вызывать у зрителя или читателя положительные эмоции и чувство гармонии. Рассмотрим основные правила подбора и классические сочетания цветов и их оттенков в цветовом круге.

1. Комплементарное сочетание. Комплементарными, или дополнительными, контрастными, являются цвета, расположенные на противоположных сторонах цветового круга Иттена. Их используют в основном для того, чтобы что-то выделить. Выглядит такое сочетание очень живо и энергично, особенно при максимальной насыщенности цвета. Одним из самых ярких таких сочетаний является красный – зеленый. Использовать комплементарную гамму для больших композиций трудно, но если надо что-то выделить, подчеркнуть, это то, что нужно. Однако, ни в коем случае не стоит использовать комплементарные цвета для текстовых композиций.

2. Классическая триада. Классическую триаду образуют три равноудаленных по цветовому кругу Иттена цвета. Сочетание обеспечивает высокую контрастность при сохранении гармонии. Такая композиция выглядит достаточно живой даже при использовании бледных и ненасыщенных цветов. Чтобы добиться гармоничности в триаде, лучше всего взять один цвет за главный, а два других использовать для акцентов.

3. Аналогичное сочетание (аналоговая триада). Сочетание от 2 до 5 цветов, расположенных рядом друг с другом на цветовом круге (в идеале – 2–3 цвета). Производит спокойное, располагающее впечатление. Пример сочетания аналогичных приглушенных цветов: жёлто-оранжевый, жёлтый, желто-зелёный, зеленый, сине-зелёный.

4. Раздельно-комплементарное сочетание. Вариант комплементарного сочетания цветов, только вместо противоположного цвета используются соседние для него цвета. Сочетание основного цвета и двух дополнительных. Выглядит эта схема почти настолько же контрастно, но не настолько напряженно. Если у составителя нет уверенности в правильности исполь-

зования комплементарных сочетаний, то можно использовать раздельно-комплементарные.

5. Тетрада - сочетание 4 цветов. Цветовая схема, где один цвет - основной, два - дополняющие, а ещё один выделяет акценты. Пример: сине-зелёный, сине-фиолетовый, красно-оранжевый, жёлто-оранжевый.

6. Квадрат - сочетание 4 цветов, равноудаленных друг от друга. Цвета здесь несхожи по тону, но комплементарны. За счет этого образ будет динамичным, игривым и ярким. Пример: фиолетовый, красно-оранжевый, жёлтый, сине-зелёный.

Помимо описанных выше сочетаний, всегда стильно смотрится оформление с использованием монохромных цветов. Монохромная комбинация состоит из одного цветового тона и любого количества его ненасыщенных тонов и оттенков [Пугачева, 2021].

Надписи на экологических картах

Надписи - важный элемент содержания, присущий всем географическим картам, за исключением немых. Они поясняют изображаемые объекты, обозначают их количественные и качественные характеристики, дают справочные сведения.

Выделяют три группы надписей на карте. Это топонимы (собственные названия объектов картографирования), термины (географические, геологические, социально-экономические и др.) и пояснительные надписи (качественные и количественные характеристики, хронологические данные, пояснения к географической сетке и т. д.). Для передачи собственных названий, терминов и пояснительных подписей на географических картах используют разнообразные картографические шрифты, которые в зависимости от графических признаков различаются по наклону букв (прямые и курсивные с наклоном вправо и влево), их ширине (нормальные, узкие и широкие), светлоте (светлые, полужирные и жирные) и наличию подсечек. Различаются они также высоте букв — кеглю.

Для каждого рода географических объектов, на картах используют разные шрифты. Так, гидрографию на отечественных картах принято подписывать гидрографическим курсивом — наклонными буквами синего цвета. Определенный рисунок шрифта названия нередко отражает качественные различия объектов одного и того же рода. Например, на топографических картах все судоходные реки подписывают заглавными наклонными буквами синего цвета. Тогда, как несудоходные реки — строчными буквами того же шрифта. По шрифту названия населенного пункта судят о типе этого объекта. Для подписей городов на топографических и обзорно-топографических картах применяют прямые заглавные шрифты. Поселки городского типа подписывают наклонным заглавным шрифтом, сельские населенные пункты — наклонным строчным.

Для отображения количественных различий объектов одного и того же рода, как правило, используют шрифты различных кеглей. Например, населенные пункты с большой численностью населения подписываются на картах шрифтами с большей высотой букв, чем населенные пункты с меньшим числом жителей. Различные кегли шрифта применяют также для передачи соподчинения объектов одного и того же рода. Например, основные хребты и главные реки подписывают шрифтами более крупных кеглей, чем их отроги и притоки.

Надписи следует правильно размещать: они не должны закрывать условные знаки и по возможности не пересекать контуры, не быть перевернутыми и хорошо читаться на цветном фоне и т. п. Размещение надписей зависит от характера самих объектов. Для объектов, локализованных в пунктах, например населенных пунктов, промышленных центров и т. п., надпись дается рядом (справа, слева или сверху, снизу). При этом подпись может располагаться строго горизонтально параллельно северной и южной рамкам карты, либо параллельно параллелям.

Линейные объекты (реки, маршруты судов и т. п.) подписываются вдоль линии, отображающей их на карте. При этом подпись должна плавно повторять изгибы линейного знака объекта.

На площадных объектах надпись располагается вдоль наибольшей протяженности контура в разрядку так, чтобы она протягивалась по всей площади, повторяя его изгибы. Лишь для объектов небольшой площади, например для малых озер, подпись дается рядом и размещается по тому же принципу, что и для объектов, локализованных в пунктах.

При разработке шрифтового оформления любой географической карты картографы в первую очередь заботятся о ее читаемости. На сильно загруженных надписями картах применяют двуплановость изображения. Наиболее важные объекты подписывают крупным и более ярким шрифтом, для второстепенных выбирают более мелкие и светлые шрифты [Фокина, 2005].

Вопросы для самоконтроля:

1. Что такое экологическое картографирование?
2. Приведите примеры экологических карт.
3. Перечислите элементы экологической карты?
4. Что образует математическую основу карт?
5. Что такое картографическая проекция?
6. Как классифицируются экологические карты?
7. Как осуществляется подбор цветовой гаммы для экологических карт?
8. Какими правилами нужно руководствоваться при размещении надписей на картах?

1.2 ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ЭКОЛОГИЧЕСКОМ КАРТОГРАФИРОВАНИИ

Применение ГИС в экологическом картографировании

Для создания благоприятных условий проживания населения, обеспечения нормализации экологического состояния, а также повышения эффективности управления процессами снижения уровней загрязнения окружающей среды в современном мире необходимо не только располагать данными о результатах измерений уровней загрязнения среды, но и предоставлять эти результаты визуально на основе информационных технологий.

Информационное сопровождение различных экологических проблем с возможностью их дальнейшего более глубокого обобщения и реализации технологии создания электронных экологических карт можно обеспечить на основе географических информационных систем – ГИС технологий. ГИС-технология позволяет привязать к любой точке на карте разнообразную по виду и содержанию информацию, что дает возможность проводить послойный и интегральный анализ исходных данных, подготовленных в специализированных базах данных. В качестве исходных данных могут выступать, например: атрибутивные данные по источникам негативного воздействия на окружающую среду, результаты анализов загрязнения атмосферного воздуха, почв, поверхностных вод, уровни шумового воздействия и др. Разработка информационного сопровождения экологических проблем территории на основе ГИС-технологий открывает возможность зафиксировать экологическое состояние территории в определенный момент времени и представить это состояние в виде комплекта тематических экологических карт [Сегал и др., 2018].

Термин географическая информационная система (ГИС) является дословным переводом с английского «Geographic(al) information system» и определяется как информационная система, обеспечивающая сбор, хранение, обработку, анализ, визуализацию и распространение пространственно определенных (пространственно координированных, географических) данных.

Структура геоинформационных систем чаще всего такова: позиционная (географическая) база данных, содержащая данные о местоположении объекта на земной поверхности, используется совместно с атрибутивной базой данных, содержащей описательные сведения об объектах. Вся эта система работает на аппаратной платформе под управлением персонала и соответствующего программного обеспечения с использованием методического и алгоритмического аппарата.

Таким образом, структуру ГИС можно представить как совокупность следующих компонентов: данные, программное обеспечение, персонал, оборудование, а также методики и алгоритмы (рис. 5).

Рис. 5 Компоненты географических информационных систем [Mierzejowska, Żogała, 2018]

К обязательным признакам ГИС относятся:

– географическая (пространственная) привязка данных;

– генерирование новой информации на основе синтеза имеющихся данных;

– отражение пространственно-временных связей объектов;

– обеспечение принятия решений;

– возможность оперативного обновления баз данных за счет вновь поступающей информации [Краснощеков и др., 2004].

В настоящее время ГИС широко применяется в целях экологического мониторинга. Такая система представляет много возможностей для работ с громадным объемом информации и даёт возможность реализовать комплексный подход к решению проблем обеспечения экологической безопасности и построить объединенное информационное пространство (конкретного объекта, исследуемой территории, а также целого региона). ГИС позволяет обрабатывать громадные объемы пространственной и атрибутивной информации и отображать ее в нужном, для ее конечного пользователя виде. Таким образом, такая система может использоваться: для разработки научно-обоснованных предложений по экологическому ориентированному природопользованию; для определения природоохранных мер, включая сокращение и прекращение тех или иных действий на внешнюю

среду и население; для экологического аудита проектов; возведения разных объектов и территориального развития; для принятия решений в административной деятельности городских и районных природоохранных структур; при проектировании и реализации разных хозяйственных, медицинских, санитарно-технических, природоохранных процедур, и для решения научных и учебно-воспитательных задач [Пущак и др., 2017].

Главная особенность ГИС состоит в том, что любой графический объект, внесенный в окно карты (как значок, линия или полигон), одновременно получает свое представление в таблице базы данных (в виде дополнительной строки). Наполняя карту графическими образами, мы одновременно наполняем базу данных новыми записями (строками). Если на карте любой объект (например, место отбора проб) просто визуализируется, то в базе данных он будет представлен атрибутивной информацией, сведениями, которые были получены в данной географической точке (например, содержанием веществ, численностью животных и т. п. предметными характеристиками). Информация, заложенная в картах, снимках и собранная в полевых условиях, объединяется в электронный объект ГИС, который в разных контекстах может носить синонимичные названия – слой, карта, таблица атрибутов.

В среде ГИС обычно работают с набором таких карт – баз, каждая из которых несет определенный тип сведений. Например, электронная топографическая карта будет разделена на такие слои, как озера (площадные объекты), реки (линейные), типы ландшафта (площадные) и т. п. Средствами ГИС-программы можно с легкостью собирать информацию с любых слоев, формируя выборки, необходимые для количественной обработки и моделирования. Такая организация ГИС-объектов позволяет одновременно оперировать с экологической и географической информацией – изучать закономерности пространственного распределения экологических характеристик и дополнять список свойств экологических объектов площадными и линейными атрибутами.

С точки зрения экологического исследования функция ГИС состоит в организации баз данных (ввод, хранение, обработка пространственно заданной информации), выполнении моделирования и прогнозирования пространственно-временных явлений в природе [Коросов, Зорина, 2016].

Геоинформационные методы и системы находят широкое применение в экологии, природопользовании и охране окружающей среды, так как позволяют: оперативно получать информацию по запросу и отображать ее на картографической основе, проводить гео- и имитационное моделирование явлений, происходящих в окружающей среде, с учетом уровней антропогенной нагрузки и эффективности принимаемых управленческих решений; накапливать, хранить и запрашивать информацию по трендам параметров окружающей среды за промежуток времени; оценивать экологические риски территорий и объектов (предприятий) для управления безопасностью при техногенных воздействиях на окружающую среду.

Работа в ГИС производится быстрее и легче за счет наглядного представления данных и большого количества инструментов по их анализу. Для того чтобы использовать ГИС в какой-то определенной тематической области, необходимо, прежде всего, сформулировать задачу, которая должна решаться средствами ГИС. Каждый проект является уникальным, поэтому при его реализации учитываются доступные технические средства и структура субъекта, в котором ГИС-проект реализуется.

Модели данных в ГИС

Структуру ГИС составляет набор информационных слоев (рис. 6). Например, базовый слой содержит данные о рельефе, затем следуют слои гидрографии, дорожной сети, населенных пунктов, почв, растительного покрова, распространения загрязняющих веществ и т.д. В процессе решения поставленных задач слои анализируют по отдельности или совместно в разных комбинациях, выполняют их взаимное наложение (оверлей) и районирование. Например, по данным о рельефе можно построить производный слой углов наклона местности, по данным о дорожной сети и населенных пунктах – рассчитать степень обеспеченности территории дорожной сетью и сформировать новый слой [Берлянт, 2002].

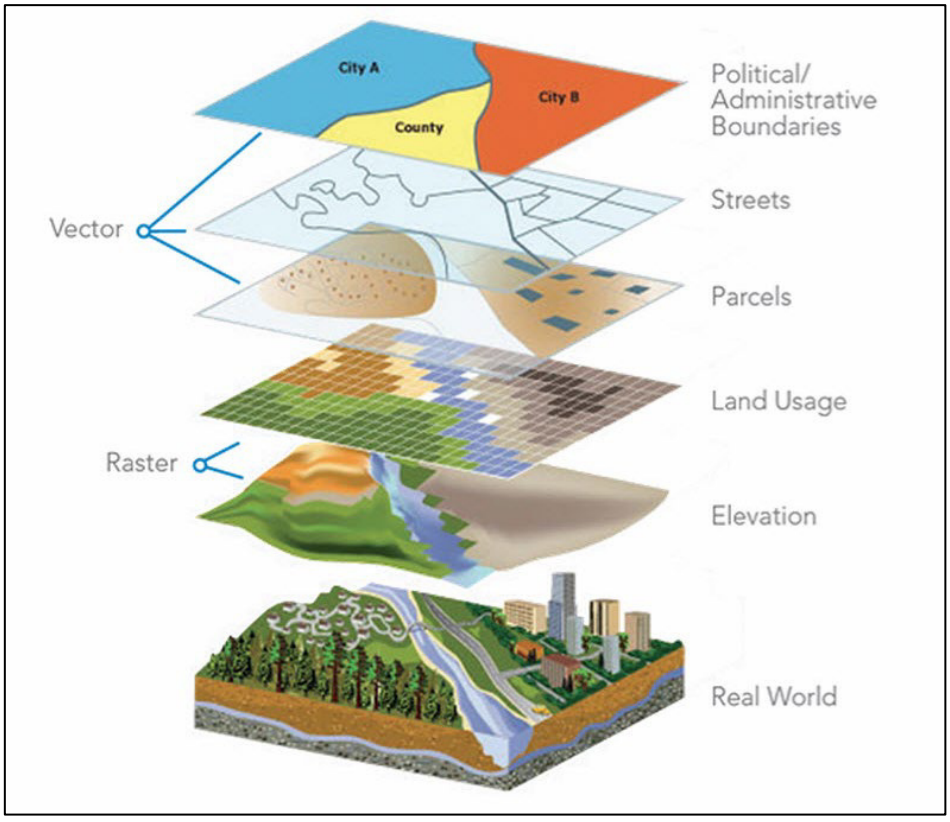


Рис. 6 Тематические слои в ГИС [Mierzejowska, Żogała, 2018]

Реальные объекты можно разделить на две абстрактные категории: дискретные (дома, территориальные зоны) и непрерывные (рельеф, уровень осадков, среднегодовая температура). Для представления этих двух категорий объектов используются разные модели данных.

Среди моделей данных, используемых в географических информационных системах, чаще всего используются растровые и векторные модели данных.

Растровые ГИС появились раньше векторных - в конце 60-х годов - и продолжают повсеместно использоваться до настоящего времени.

Растровые модели используются для представления различных типов тематической картографической информации — отражения почвенно-растительного покрова, геолого-геоморфологических характеристик землепользования и т. п. Такие модели удобно использовать для выявления различных взаимосвязей, и часто они являются основными при создании географических информационных систем.

Растровая модель данных - это цифровое представление пространственных объектов в виде совокупности ячеек растра (пикселей) с присвоенными им значениями класса объектов. При этом каждой ячейке растровой модели соответствует одинаковый по размерам, но разный по характеристикам участок поверхности объекта (цвет, плотность). Пространство в таком случае отображается через цепочки соединенных ячеек, представленных, в свою очередь, линиями. Положение элементов (пикселей) определяется номером их столбца и строки в единой позиционной матрице. Пиксели (от английского pixel, сокращение от picture element — элемент изображения) обычно представляют собой прямоугольники или квадраты, реже используются шестиугольники или треугольники.

В растровых системах есть два способа включения атрибутивной информации об объектах. Первым, наиболее простым способом, является присваивание значения атрибута каждой ячейке растра. В этом случае каждой ячейке на карте можно присвоить только одно значение атрибута. Второй способ состоит в связывании каждой ячейки растра с базой данных. Этот подход уменьшает объем хранимых данных и может обеспечивать связь с другими структурами данных, которые также используют СУБД для хранения и поиска данных.

Для создания растровой тематической карты собираются данные об определенной теме в форме двухмерного массива ячеек, где каждая ячейка представляет атрибут отдельной темы. Такой двухмерный массив называется покрытием (темой, слоем, гридом). Покрытия используют для представления различных типов тематических данных (землепользование, растительность, тип почвы, поверхностная геология, гидрология и т.д.). Чаще всего для каждой дополнительной темы создается отдельное покрытие. Можно совместить эти покрытия, что позволит адекватно моделировать все необходимые характеристики области изучения.

Растровая модель является оптимальной для работы с непрерывными

свойствами объектов. Основное преимущество растровой модели - это слияние позиционной и смысловой информации в единой позиционной матрице, положение элементов (пикселей) которой определяется номером их столбца и строки. Значение элемента является непосредственным показателем смысловой нагрузки. С каждым смысловым значением элемента может быть связан неограниченный по длине набор атрибутов.

Растровая модель достаточно проста для сбора и обработки данных (данные собираются с равномерно расположенной сетью точек, матричная алгебра хорошо поддаётся программированию).

Наиболее часто растровые модели применяются при представлении и обработке данных дистанционного зондирования Земли (аэро- и космоснимков) и цифровых моделей рельефа.

В растровых форматах точность привязки в большинстве случаев, составляет 1/2 ширины и высоты пикселя, т.к. не ясно, к какой части растра следует относить координаты какого-либо объекта.

Существенным недостатком растровых моделей следует считать использование большего объема памяти компьютера для хранения и обработки данных. Эта проблема частично решается путем хранения не полного (целого) растрового фрагмента, а его сжатой копии (архива).

Хранение растровых данных может осуществляться в графических форматах, например, TIF, GRID, JPEG, или в бинарном виде в базах данных.

Векторные модели исторически связаны с устройствами цифрования карт - цифрователями (дигитайзерами) с ручным обводом объектов. При этом генерируется поток пар плановых координат при движении курсора по планшету.

Векторное представление или векторная модель данных - это цифровое представление точечных, линейных и полигональных объектов в виде набора координатных пар. В основном используются двухмерные модели (2D), хотя для отдельных задач применяются трехмерные ГИС.

Векторные модели позволяют представлять точечные объекты с помощью пары координат (X и Y) координатного пространства, линии - определенной последовательностью пар координат их вершин, области - замкнутой последовательностью соединенных линий, начальная и конечная точки которой совпадают.

В векторных структурах данных линия состоит двух или более пар координат. Для одного отрезка достаточно двух пар координат, дающих положение и ориентацию в пространстве. Более сложные полилинии состоят из некоторого числа отрезков/сегментов, каждый из которых начинается и заканчивается парой координат.

Именно с представлениями линейных объектов в виде последовательности образующих их точек связано понятие о векторном формате представления: любая кривая может быть описана с заданной точностью совокупностью отрезков прямых - сегментов или векторов.

В отличие от растровой модели, где значение атрибута присваивается каждой ячейке, векторная структура данных отражает только геометрию картографических объектов, которые связаны с отдельной атрибутивной базой данных. Таким образом, к векторным объектам могут быть привязаны семантические (атрибутивные) данные. К примеру, при картографировании источников загрязнения атмосферы к точечным объектам, представляющим источники выбросов, может быть привязана разнообразная информация: наименование источника, удельные выбросы отдельных ингредиентов, режим работы источника и т.д. Структуру и типы данных определяет пользователь. На основе численных значений, присвоенных векторным объектам на карте, может строиться тематическая карта с диаграммами (гистограммами), на которых эти значения обозначены цветами в соответствии с цветовой шкалой, либо окружностями разного размера.

Векторные представления пространственных объектов занимают в памяти электронно-вычислительных машин значительно меньше места, чем растровые. Основным недостатком векторных моделей является то, что они хорошо применимы только для работы с объектами, которые имеют четкие границы. В случае «плавной» смены признаков объектов (например, на карте растительности или типов почв) точность векторной модели является условной.

Выделяют два основных представления векторной модели пространственных данных: нетопологическое и топологическое.

Нетопологическое векторное представление - это векторное представление пространственных объектов в виде набора координатных пар с описанием только геометрии точечных, линейных и полигональных объектов. Векторные нетопологические модели (еще их называют «спагетти») описывают объекты без их взаимосвязи между собой. Если одна линейная граница является границей для нескольких объектов, например, река и граница сельхозугодья, то она описывается для каждого объекта отдельно. В результате на каком-то из этапов обработки (например, изменили границу одного объекта и забыли поменять границу второго и т.п.) эти границы могут перестать совпадать.

Топологическое векторное представление - это представление пространственных объектов, учитывающее не только геометрию объектов, но и их взаимные отношения в пространстве [Кащенко и др., 2012].

Наиболее распространенные форматы векторных геоданных - *.shp, *.mid/mif, *.tab, *.kml, *.geojson, *.gdb и др. Набирает популярность формат Geopackage *.gkpg, приходящий на смену shp. Намного быстрее справляется с большими объемами данных, чем *.geojson. Внутри файла можно хранить сразу несколько типов геометрии, стили и даже проекты QGIS.

Программное обеспечение ГИС

Аббревиатура «ГИС» используется также для обозначения программных средств, программных продуктов, ГИС-пакетов, обеспечивающих функционирование ГИС как информационной системы, например, ArcGIS, QGIS, SAGA GIS и др. [Лурье, 2010; 2016].

Первые ГИС были созданы в Канаде, США и Швеции для изучения природных ресурсов в середине 1960-х годов. В настоящее время существует довольно большое количество геоинформационных систем, разработанных как зарубежными, так и российскими фирмами., используемых в различных отраслях: экономике, политике, управлении и охране природных ресурсов, кадастре, науке, образовании и т.д.

Среди настольных коммерческих (проприетарных) ГИС-программ наиболее известны: семейство программных продуктов ArcGIS (ESRI), MapInfo (Intergraph), ГИС «Панорама (КБ Панорама), ГИС Ингео (ЦСИ «Интегро»), ГИС Аксиома (ООО «Эсти») и др.

В последние годы значительное внимание во всем мире уделяется развитию программного обеспечения с открытым исходным кодом. Их функциональность резко повысилась и некоторые из них, например QGIS, могут по ряду аспектов конкурировать даже с лидерами рынка. Достаточно быстрая смена версий также привлекает пользователя, который может подключать свои собственные библиотеки или комплекс расчетных модулей для конкретных задач, формируя на базе таких систем персональную информационно-вычислительную среду обработки пространственных данных. Большую роль в развитии открытого программного обеспечения сыграл консорциум Open Source Initiative, который определил соответствие лицензии на программное обеспечение стандартам открытого программного обеспечения (ПО) (opensource.org) и FreeSoftware Foundation (www.fsf.org) [Шокин, Потапов, 2015]. Именно благодаря их усилиям произошел быстрый рост свободно распространяемых ГИС - QGIS, gVSIG, SAGA GIS, GRASS GIS, MapWindow, ILWIS, GeoDa и др (табл. 1).

Табл. 1 Программы ГИС с открытым исходным кодом [Софронов и др., 2021]

ПО год выпуска	Разработчик	Сфера применения	Платформа разработки/ языковая поддержка	Программная лицензия
GRASS, 1982	НИИ, университеты, компании, волонтеры по всему миру	Анализ и научная визуализация, картография, моделирование и симуляция	*C, Shell, Tcl/Tk, Python*	*GPL*
Falcon View, 1994	Технологический научно-исследовательский институт Джорджии	Отображение карты, анализ слоев	*JAVA*	*LGPL*

Map Window, 1998	Университеты, компании, волонтеры всему миру	Обеспечение основных функций ГИС и графического интерфейса пользователя, разработка систем поддержки принятия решений	*MS Visual Studio.NET (C+ +, C#, VB.NET)*	*Mozilla Public License*
Terra View, 2001	Бразильский национальный институт космических исследований	Векторный и растровый анализ, статистический анализ	*C++, R*	*GPL*
SAGA GIS, 2001	Университеты	Анализ, моделирование, научная визуализация	*C++(MS Visual C++)*	*LGPL (API), GPL*
Geoserver, 2001	Проект открытого планирования, Нью-Йорк	Сервисы доставки данных *OWS: WFS, WMS, WCS, WPS*	*JAVA*	*GPL*
QGIS, 2002	Университеты, компании, волонтеры по всему миру	Просмотр, редактирование, анализ, *Grass-GUI, SAGA-GUI*	*C++, Qt4, Python*	*GPL*
gvSIG, 2003	Компании, университеты, правительство	Просмотр, редактирование и анализ карт	*JAVA*	*GPL*
JGrass, 2004	Компании	Интерфейс и *Grass-GUI*, растровый анализ, 3D- визуализация, гидрологический анализ.	*C, Python*	*GPL*
uDig, 2004	Компании, правительство	Просмотр, редактирование и анализ карт	*JAVA (Eclipse RCP)*	*Core Eclipse RCP is EPL*
Sky Jump, 2004	Компания	Управление военным объектом	-	*GPL*
Kosmo, 2005	Компании, правительство	Просмотр, редактирование и анализ карт	*JAVA*	*GPL*
Mapserver, 2005	Университет Миннесоты	Веб-сервер	*C*	*GPL*
Geonetwork, 2007	Компании, правительство	Услуги веб-каталога OGC	*JAVA*	*GPL*
Capeware, 2007	Правительство	3D-картирование виртуальной местности	*C++*	*GPL*
Kalypso, 2007	Компании, университеты	Картирование затоплений и риска наводнений	*Fortran, Java*	*LGPL*
Whitebox, 2009	Гельфский университет	Геопространственный анализ	*Groovy, JavaScript, and Python*	*GPL*

Таким образом, современные географические информационные системы предоставляют пользователям большой спектр возможностей по проведению пространственного анализа, в том числе и для целей экологического картографирования.

Вопросы для самоконтроля:

1. Что такое географические информационные системы?
2. Когда появились первые геоинформационные системы?
3. Перечислите основные компоненты ГИС.
4. Перечислите основные функциональные возможности ГИС.
5. Что из себя представляет растровая модель представления пространственных данных в ГИС?
6. Перечислите достоинства и недостатки растровой модели.
7. Перечислите наиболее распространенные растровые форматы представления пространственных данных в ГИС?
8. Что из себя представляет векторная модель представления пространственных данных в ГИС?
9. Приведите примеры атрибутивных сведений векторных объектов в ГИС-проектах экологической тематики.
10. Раскройте особенности организации связи между объектами векторно-нетопологической модели и векторно-топологическая модели данных.
11. Приведите примеры коммерческих (проприетарных) ГИС - продуктов.
12. Приведите примеры ГИС с открытым исходным кодом. В чем их преимущества и недостатки?
13. Как связаны экологическое картографирование и географические информационные системы?
14. В чем отличия составления экологических карт в ГИС-программах и графических редакторах?

1.3 ИСТОЧНИКИ ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО КАРТОГРАФИРОВАНИЯ

Для составления экологических карт необходимо оперировать большими объемами достоверной и актуальной информации. В эпоху информационного бума умение ориентироваться в больших массивах сведений различной природы и происхождения становится не только навыком, необходимым для жизни в современном обществе, но и неотъемлемым элементом общей культуры. Источники информации для составления экологических карт многообразны:

Единая система государственного экологического мониторинга

Единая система государственного экологического мониторинга (государственного мониторинга окружающей среды), созданная в целях обеспечения охраны окружающей среды, в рамках которой выполняются регулярные наблюдения за состоянием окружающей среды, хранение, обработка, анализ полученной информации и обеспечение органов государственной власти, органов местного самоуправления, юридических лиц, индивидуальных предпринимателей, граждан информацией о состоянии окружающей среды. Информационной системой, обеспечивающей сбор, обработку, анализ этих данных является Государственный фонд данных государственного экологического мониторинга. Ее подсистемы:

– государственный мониторинг состояния и загрязнения окружающей среды;

– государственный мониторинг атмосферного воздуха;

– государственный мониторинг радиационной обстановки на территории Российской Федерации;

– государственный мониторинг земель;

– государственный мониторинг объектов животного мира;

– государственный лесопатологический мониторинг;

– государственный мониторинг воспроизводства лесов;

– государственный мониторинг состояния недр;

– государственный мониторинг водных объектов;

– государственный мониторинг водных биологических ресурсов;

– государственный мониторинг внутренних морских вод и территориального моря Российской Федерации;

– государственный мониторинг исключительной экономической зоны Российской Федерации;

– государственный мониторинг континентального шельфа Российской Федерации;

– государственный экологический мониторинг уникальной экологической системы озера Байкал;

– государственный мониторинг охотничьих ресурсов и среды их обитания [ФЗ «Об охране окружающей среды» от 10.01.2002 №7-ФЗ].

Государственные кадастры (реестры) природных ресурсов

Государственные кадастры (реестры) природных ресурсов – являющиеся совокупностью документированных сведений о пространственном распространении, количественном, качественном, экономическом и правовом состоянии природных ресурсов, а также условиях их освоения и использования. Виды государственных кадастров природных ресурсов:

– Единый государственный реестр недвижимости в части земельных ресурсов, Единая федеральная информационная система о землях сельскохозяйственного назначения.

– Государственный лесной реестр.

– Государственный водный реестр.

– Государственный кадастр особо охраняемых природных территорий.

– Государственный кадастр животного мира, государственные охотхозяйственный и рыбохозяйственный реестры.

– Государственный кадастр месторождений и проявлений полезных ископаемых и другие информационные ресурсы о недрах [Рахматуллина и др., 2022].

Государственные органы

Государственные органы, размещающие на своих государственных сайтах информацию о состоянии окружающей среды и природных ресурсах:

– Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации (Минприроды России).

– Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет),

– Федеральная служба по надзору в сфере природопользования (Росприроднадзор),

– Федеральное агентство водных ресурсов (Росводресурсы),

– Федеральное агентство лесного хозяйства (Рослесхоз),

– Федеральное агентство по недропользованию (Роснедра).

– Федеральная служба государственной регистрации, кадастра и картографии (Росреестр).

– Министерство сельского хозяйства (Минсельхоз).

– Федеральная служба по ветеринарному и фитосанитарному надзору (Россельхознадзор).

– Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (Роспотребнадзор).

– Федеральное агентство по рыболовству (Росрыболовство).

– Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (МЧС России).

– Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору (Ростехнадзор)

– Министерство здравоохранения Российской Федерации (Минздрав России).

К экологической информации можно отнести также материалы научно-исследовательских учреждений, общественных организаций, проектных и других предприятий, а также материалы экспедиционных и стационарных исследований и наблюдений.

Данные дистанционного зондирования Земли

В последние десятилетия значительный объем информации можно получить по данным дистанционного зондирования Земли, преимуществом которых является высокая обзорность наблюдаемой территории и оперативность получения.

Космические снимки – это собирательное название данных, получаемых посредством космических аппаратов в различных диапазонах электромагнитного спектра, визуализируемых затем по определенному алгоритму. При этом снимок определяется как двумерное метрическое изображение конкретных объектов, получаемое целенаправленно в результате дистанционной регистрации и (или) измерения собственного или отраженного излучения, и представляет собой наиболее целесообразную форму измерения, регистрации и визуализации излучения, несущего географическую информацию об исследуемых объектах.

За последние десятилетия существенно возросли объем, разнообразие и качество материалов дистанционного зондирования. К настоящему времени накоплен огромный фонд (более 100 млн) аэрокосмических снимков - коммерческих и общедоступных, полностью покрывающих всю поверхность Земли, а для значительной части районов – с многократным перекрытием.

Использование результатов космической съемки для целей картографирования обусловливается исключительно ценными свойствами космических снимков: большой территориальный охват и вытекающая из этого высокая генерализованность изображений; изучение по снимкам основных структурных, региональных и зональных особенностей планеты в целом; единовременность выполнения съемки обширных территорий, что дает возможность изучать связь всех компонентов ландшафта; регулярная повторяемость съемки, позволяющая изучать динамику природных явлений – периодичных (суточных, сезонных) и эпизодических (лесные пожары, извержения вулканов и т. д.), а также хозяйственную деятельность (посевные площади, созревание, уборка урожая, загрязнение суши и моря).

Составленные по космическим снимкам карты являются более современными, достоверными и отображают явления, которые в отсутствие таких снимков вообще не могли бы быть картографированы [Сутырина, 2013].

Космические изображения являются многоцелевыми и выступают в виде единой основы для проведения комплексных, взаимоувязанных исследований природной среды. В результате их обработки можно получить тематические карты, отражающие пространственное размещение, качественные и количественные характеристики природных и антропогенных объектов. Информативность космических снимков в отношении ландшафтов и их антропогенных изменений позволяет широко использовать дистанционные методы при составлении разнообразных карт экологического профиля (рис. 7).

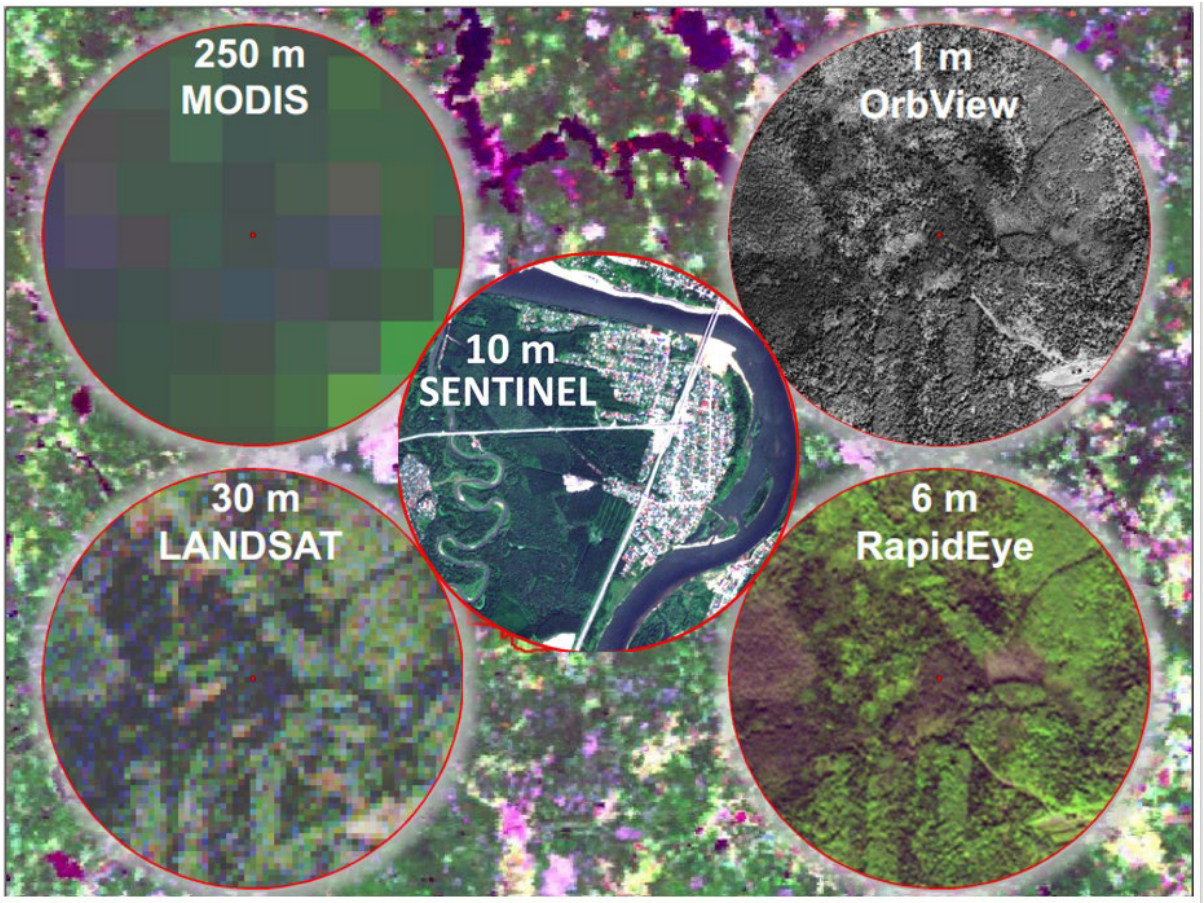


Рис.7 Космические снимки

Большую популярность приобрели спутниковые снимки программы Landsat: Landsat-5/TM (Thematic Mapper) за период с 1984 по 2013 годы, Landsat-7/ETM+ (Enhanced Thematic Mapper Plus) с 1999 по 2003 годы, Landsat-8/OLI (Operational Land Imager) и TIRS (Thermal InfraRed Sensor) с 2013 года по настоящее время, Landsat-9 OLI, TIRS с 2021 года по настоящее время (рис. 8).

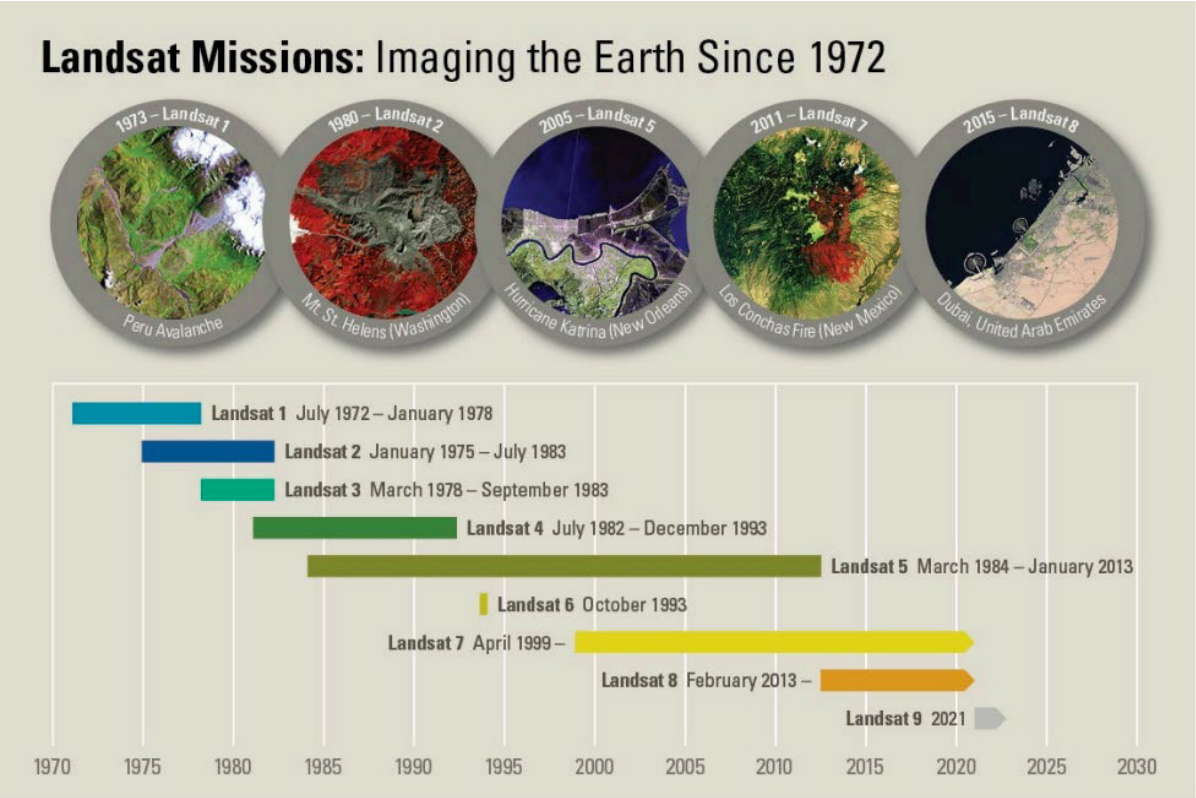
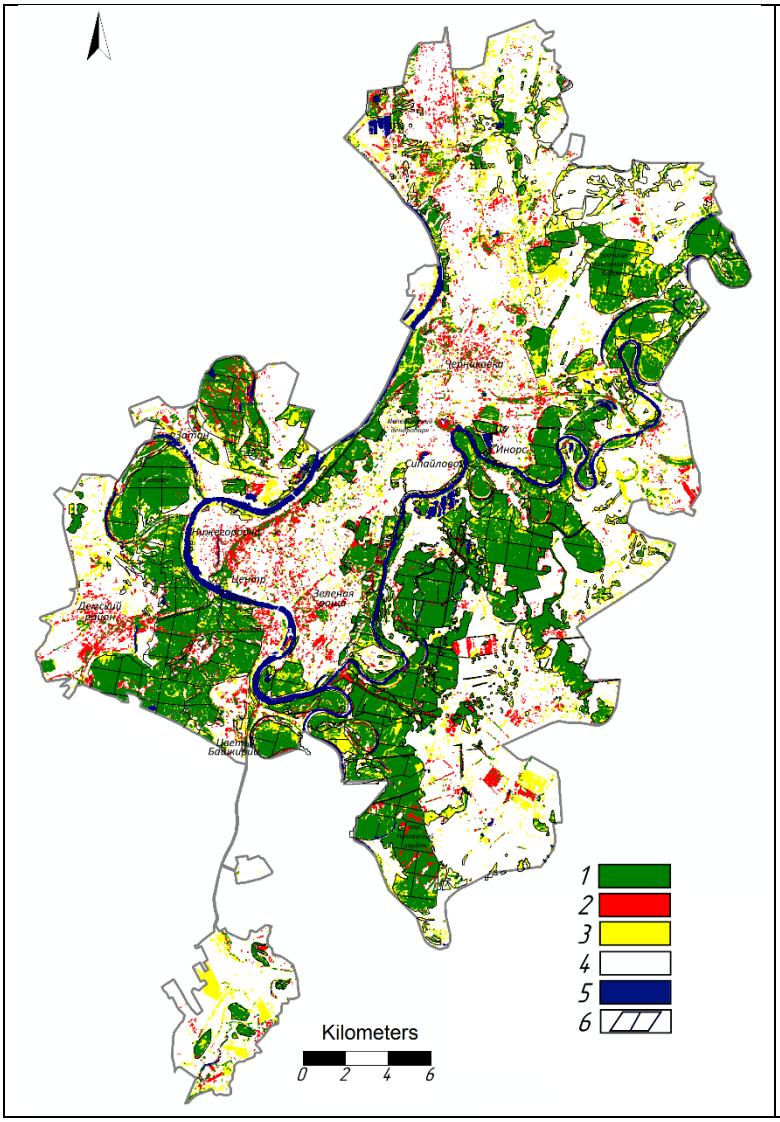


Рис.8 Временная шкала миссии Landsat [Manual-Landsat-9-Handbook]

Сегодня Landsat 8 и Landsat 9 имеют одиннадцать спектральных диапазонов: четыре видимых, один ближний инфракрасный, три коротковолновых инфракрасных с пространственным разрешением 30 м, плюс один панхроматический диапазон с пространственным разрешением 15 м и два тепловых с пространственным разрешением 100 м [https://landsat.gsfc.nasa.gov/].

Преимуществом этих данных является беспрецедентная длительность наблюдений (Landsat-1 был запущен в 1972 г.) и достаточное для мониторинговых исследований пространственное разрешение. Эти снимки широко используются для оценки и мониторинга за изменениями в атмосфере, поверхности океанов, полярных территорий, сельскохозяйственных земель, городских территорий, пустынь и горных массивов. Изображения с системы спутников Landsat также широко востребованы научными коллективами, занимающимися тематическим картографированием и мониторингом растительного покрова [Курбанов и др., 2014] (рис. 9).

Широкое применение получили снимки MODIS (Moderate-resolution Imaging Spectroradiometer) – сканирующего спектрорадиометра среднего разрешения) со спутников Terra и Aqua. Данные поступают каждые 2 дня в 36 спектральных зонах (в диапазоне 0.405-14.385 мкм) с разрешением 250-1000 м по всей поверхности Земли, что обеспечивает моделирование в глобальном и региональном масштабе.



Трансформация древесно-кустарниковых насаждений г. Уфы за 1988 – 2018 годы

1 – земли, на которых древесно-кустарниковая растительность сохранилась;

2 – земли, на которых древесно-кустарниковая растительность сменилась на другие типы подстилающей поверхности;

3 – земли, на которых другие типы подстилающей поверхности сменились на древесно-кустарниковую растительность;

4 - земли, характеризующиеся другими типами подстилающей поверхности на обоих снимках;

5 – участки под водой (2018 г);

6 – квартальная сеть лесов Уфимского городского лесничества.

Рис. 9 Динамика лесного покрова г. Уфы за 1988-2018 годы по снимкам Landsat [Рахматуллина и др., 2020]

Материалы съёмки MODIS применяют для исследования атмосферы, океана и суши. Основными объектами исследования в атмосфере являются облачный покров, взвешенные частицы (аэрозоли), а также водяной пар, как важные климатообразующие факторы. MODIS позволяет изучать многие характеристики облачного покрова: мощность и тип облачности, высоту и температуру верхней границы, размеры и состояние (вода, лёд, снег) частиц, составляющих облака.

Съёмка системой MODIS позволяет в океанах определять температуру поверхности воды, направление морских течений, на суше - фиксировать границы покровных и горных ледников, распространение сезонной динамики снежного покрова, оценивать количество снега и льда. Доказана возможность и эффективность применения этих спутниковых снимков для прогноза и предупреждения опасных гидрологических явлений.

Система MODIS во многом ориентирована также на исследование растительности. Съёмка районов сведения лесов позволяет определять темпы обезлесения [Кравцов, Уварова, 2001; https://modis.gsfc.nasa.gov].

В последнее время активно в науках о Земле используются снимки Sentinel-2 Европейского космического агентства (ESA), созданного в рамках проекта глобального мониторинга окружающей среды и безопасности «Коперник» (Copernicus). Космический аппарат Sentinel-2 позволяет получать снимки в 13 каналах видимой, ближней инфракрасной и коротковолновой инфракрасной части спектра. Пространственное разрешение снимков варьирует в зависимости от канала. Четыре канала имеют 10-метровое разрешение, это каналы видимого и ближнего инфракрасного диапазона. Шесть каналов имеют 20-метровое разрешение, это каналы «красной границы» или «крайние красные», которые восприимчивы к содержанию хлорофилла и поэтому перспективны при анализе и интерпретации характеристик растительности; а также каналы узкого ближнего инфракрасного и дальнего инфракрасного диапазонов спектра. Разрешение 60 м у каналов «прибрежные аэрозоли», «водяной пар» и у дальнего инфракрасного — «перистые облака». Высокое пространственное разрешение, широкий территориальный охват (290 км), частые повторные съемки (2—3 дня) являются преимуществом Sentinel-2 по сравнению с Landsat 8 [https://www.copernicus.eu/en.]

Особый интерес вызывают Sentinel-2 10-Meter Land Use/Land Cover - данные о наземном покрове с высоким пространственным разрешением 10 м на основе данных снимков Sentinel-2 за период с 2017 по 2022 год.

Эти наборы данных были созданы с помощью модели глубокого обучения, обученной с использованием более пяти миллиардов пикселей Sentinel-2, помеченных вручную, отобранных с более чем 20 000 участков, распределенных по всем основным биомам мира. В базовой модели глубокого обучения используются данные об отражательной способности поверхности Sentinel-2 L2A в 6 диапазонах: видимый синий, зеленый, красный, ближний инфракрасный и два коротковолновых инфракрасных диапазона. Для создания окончательной карты модели выполнялись по нескольким датам съемки в течение года, а результаты были объединены в окончательную репрезентативную карту для каждого года [Karra Kontgis, 2021].

Легенда классификатора содержит 10 основных типов наземного покрова: 1 – водный покров, 2 – древесный покров, 3 – водная растительность, 4 – посевы (сельскохозяйственное покрытие), 5 – застроенные территории; 6 – голые территории, 7 – снег/лед, 8 – облака (не идентифицированные территории из-за постоянного облачного покрова); 9 – пастбища, 10 – нет данных (рис. 10). Этот источник является открытым и доступен в Живом атласе мира ESRI [https://livingatlas.arcgis.com/landcover/].

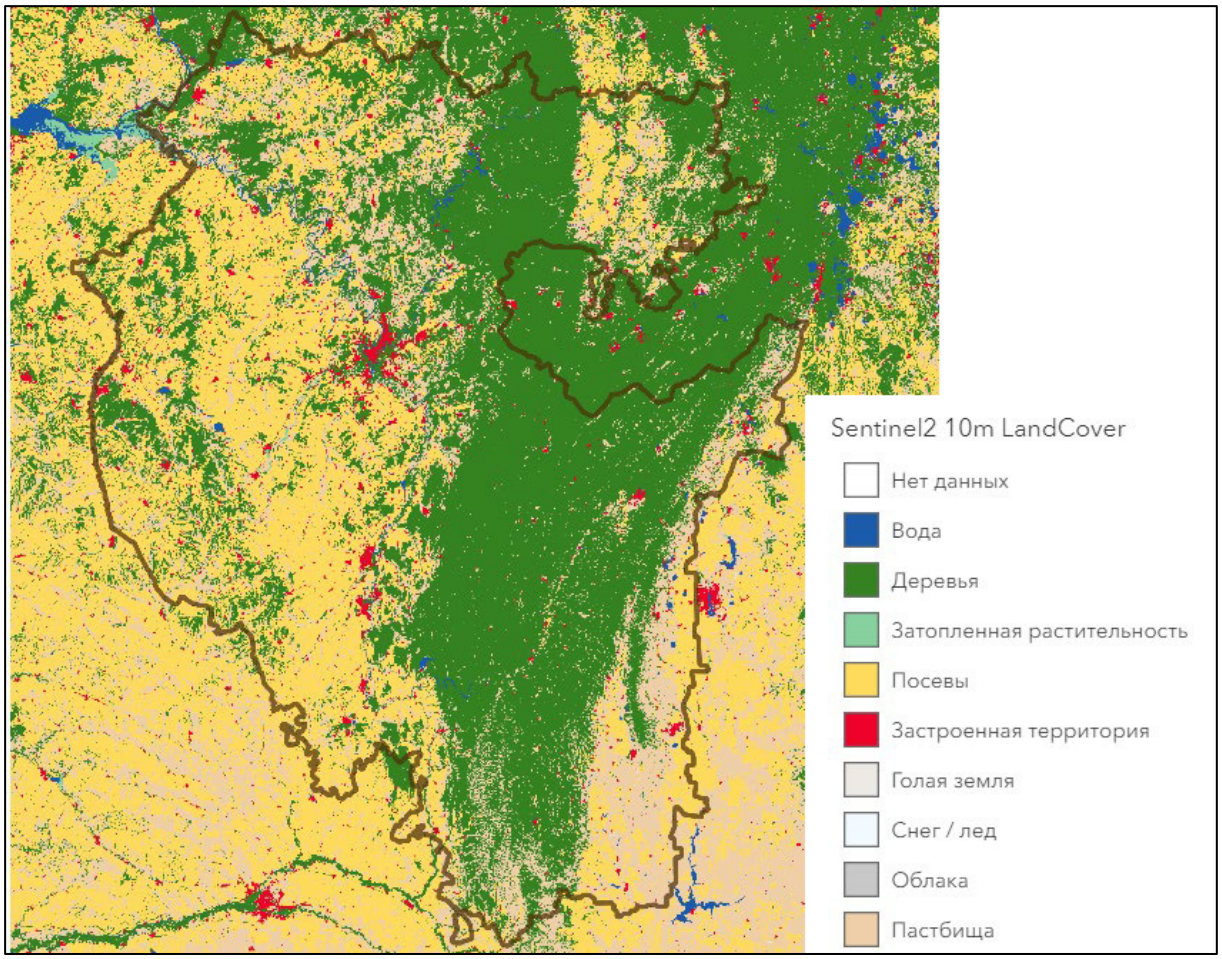


Рис.10 Фрагмент данных Sentinel-2 10-Meter Land Use/Land Cover

Снимки Sentinel-5 Precursor (спектрометр TROPOMI) позволяют проводить ежедневное глобальное наблюдение за химическим составом атмосферы Земли, содержанием и распространением в ней основных загрязнителей и парниковых газов, которые могут использоваться для оценки качества воздуха, озона и УФ-излучения, мониторинга и прогнозирования климата.

Спектрометр TROPOMI выполняет сбор данных в ультрафиолетовом, видимом, ближнем и среднем инфракрасном диапазонах. Ширина полосы захвата составляет 108°, что соответствует примерно 2600 км. Данные спектрометра используются для определения содержания в вертикальном столбе тропосферы следующих основных загрязнителей и парниковых газов: озон (O3), диоксид азота (NO2), диоксид серы (SO2), монооксид углерода (CO), метан (CH4), формальдегид (HCHO). Также определяется индекс аэрозольного загрязнения и характеристики облаков (рис.11).

Содержание газов в продуктах определяется в моль/кв. м вертикального столба тропосферы/атмосферы, но для удобства значение можно переводить в мкмоль/кв. м. Помимо этого, Sentinel-5P предоставляет много второстепенных данных, таких, как доля облаков, альбедо поверхности, скорость ветра и т. д.

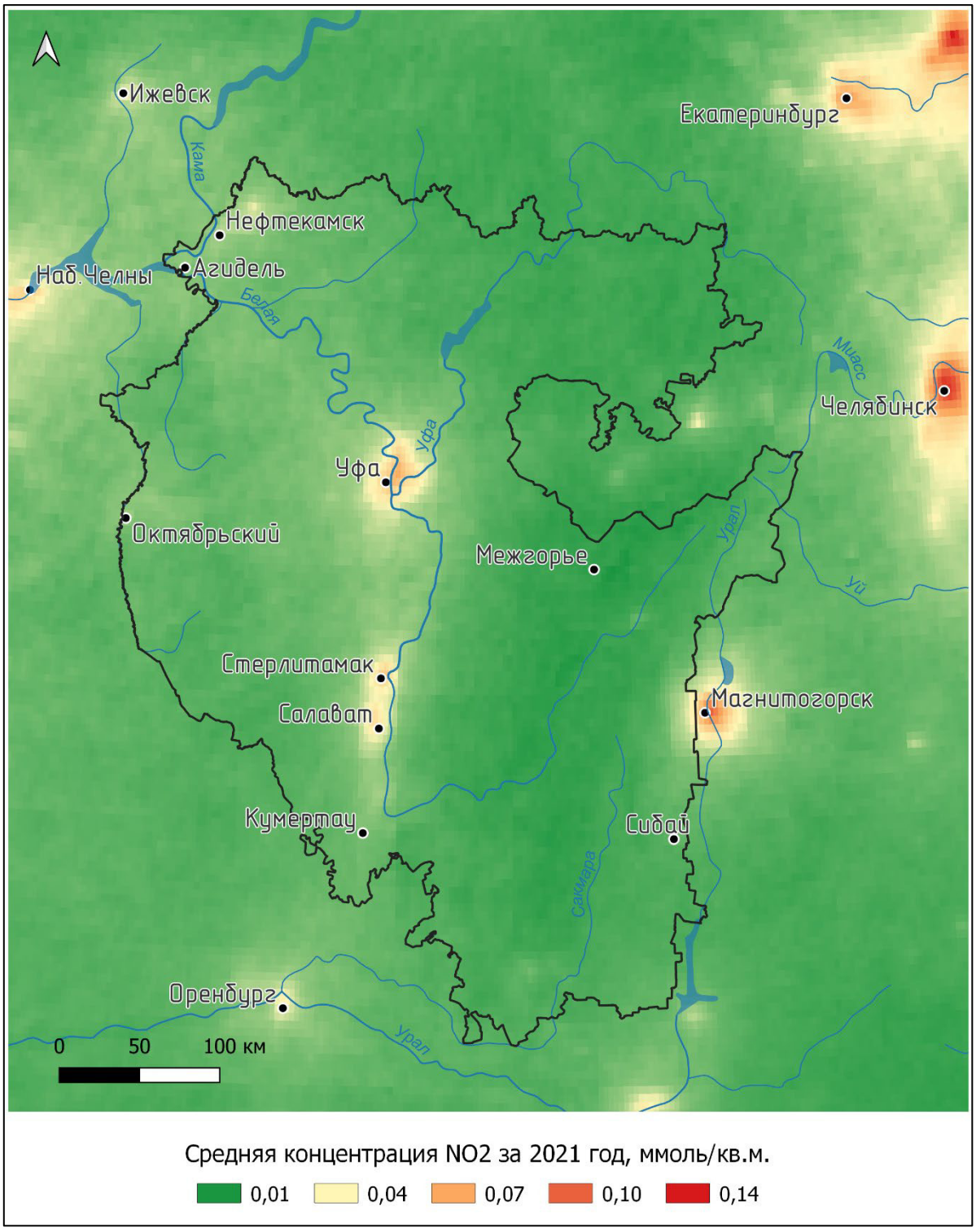


Рис. 11 Содержание в вертикальном столбе тропосферы диоксида азота на территории Республики Башкортостан и соседних регионах по данным Sentinel-5 Precursor

Данные поставляются в формате NetCDF (Network Common Data Form), поэтому для их обработки и географической привязки необходимо специальное программное обеспечение и знание основ программирования. Поскольку пространственное разрешение данных Sentinel-5P невысокое,

они оптимальными для исследования загрязнения атмосферы в масштабе регионов, страны, континентов и мира в целом [https://sentinels.copernicus.eu/ web/sentinel/missions/sentinel-5].

Современный формат представления данных о рельефе – это цифровые модели рельефа. Цифровая Модель Рельефа (ЦМР) - Digital Elevation Model (DEM) – это файл значений высотных отметок, приуроченных к узлам достаточно мелкой регулярной сети и организованных в виде прямоугольной матрицы, представляющей собой цифровое выражение высотных характеристик рельефа на топографической карте.

Основным источником свободных глобальных данных о высоте является топографическая миссия Shuttle Radar Topographic Mission (SRTM). Совместный проект Национального управления по аэронавтике и исследованию космического пространства (National Aeronautics and Space Administration, NASA), Национального агентства геопространственной разведки США (National Geospatial-Intelligence Agency, NGA) и космических агентств Германии и Италии. Данные были получены в 2003 году с космического аппарата (челнока) "Индевор".

SRTM-90 (Shuttle Radar Topographic Mission) – глобальная цифровая модель рельефа, полученная на основе данных радарной спутниковой съемки, с пространственным разрешением 3 угловые секунды. Абсолютная ошибка определения высоты по модели SRTM на территории Евразии составляет 6,2 м в доверительном интервале 90%.

Существуют различные варианты цифровых моделей рельефа - ASTER Global Digital Elevation Map, ETOPO1 Global Relief Model, Global Multi-Resolution Topography (GMRT) и другие [Колбовский, 2022].

Ввиду того, что рельеф хорошо воспринимается зрительно и описывается математическими моделями, сформировалось целое научное направление – геоморфометрия (geomorphometry, digital terrain analysis), занимающееся цифровым анализом рельефа методами дифференциальной геометрии. К таким морфометрическим параметрам относятся:

- Геометрические (величина уклона, экспозиция склона, различные виды кривизны земной поверхности, оценка зон видимости) – описывают морфологические особенности территории, определяющие скорость и интенсивность потоков вещества и энергии, динамику склоновых процессов.

- Гидрологические (направление стока, водосборные бассейны, топографический индекс влажности, индекс мощности линейной эрозии, индекс баланса геомасс, оценка зон потенциального затопления) – используются для оценки поверхностного стока, степени увлажнения почвы и перемещения обломочного материала (рис 12).

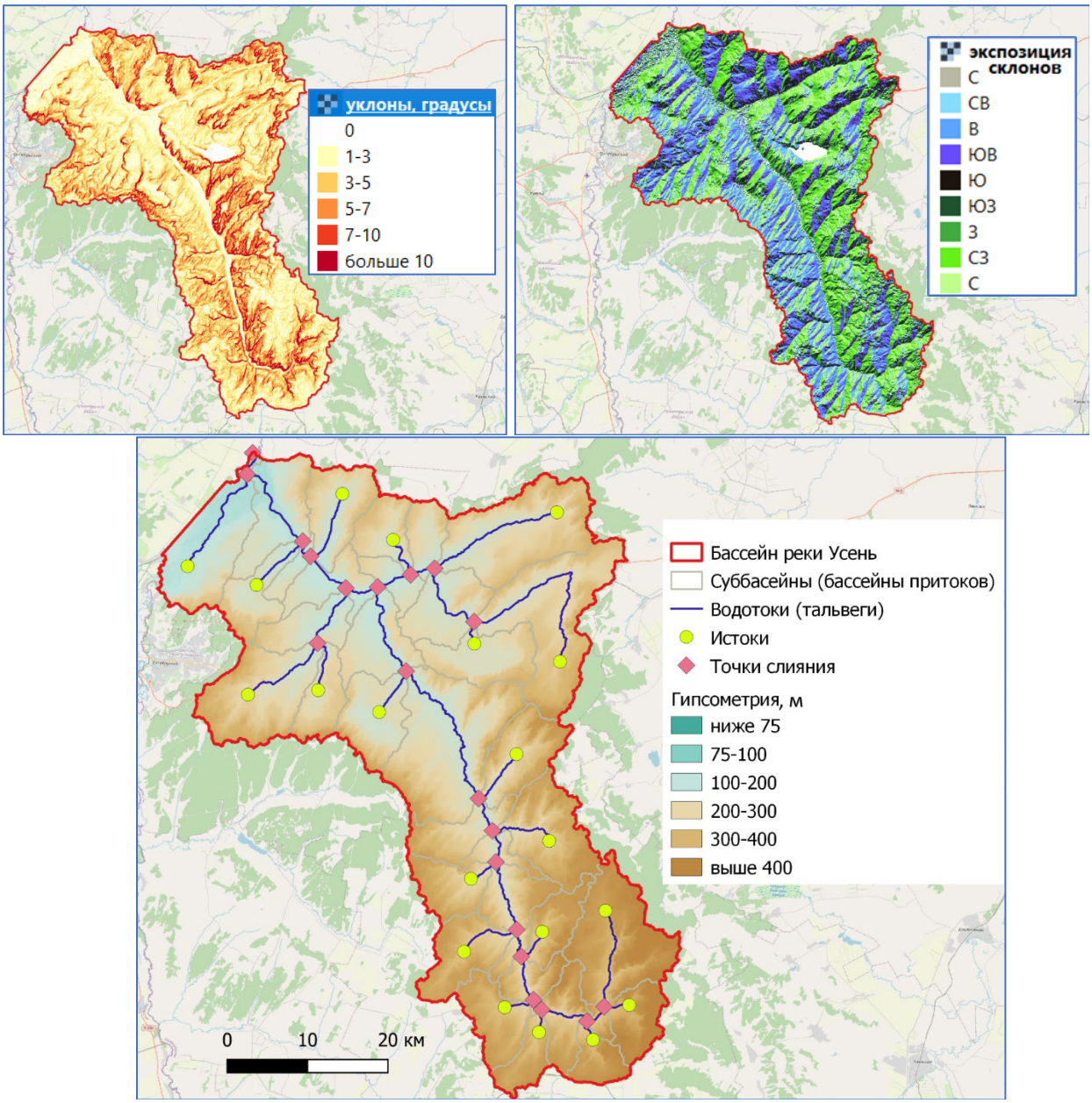


Рис. 12 Крутизна и экспозиция склонов, элементы бассейна реки Усень Республики Башкортостан, построенные по цифровой модели рельефа SRTM.

- Топографо-микроклиматические (показатели потенциальной солнечной радиации и инсоляции, дифференциации температуры земной поверхности, воздействия ветра) – характеризуют влияние земной поверхности на особенности распределения солнечной радиации, температурного поля и воздействия ветра.

- Параметры вертикальной дифференциации природной среды (относительная высота, глубина речной долины и др.).

Обработка ЦМР средствами ГИС позволяет получать не только набор “традиционных” производных расчетных морфометрических показателей рельефа, но и проводить более глубокий их анализ, для этого раз-

работаны и используются, например, алгоритмы расчета кривизны земной поверхности, фрактального и двухмерного спектрального анализа рельефа, геоэкологической обстановки урбанизированных территорий.

В области экологического мониторинга данные о рельефе выступают в качестве информационной базы для расчета и моделирования потенциальных зон загрязнения. При моделировании движения воздушных масс учитываются направление поверхностного стока и, соответственно, направление загрязняющих веществ, которые могут попасть со стоком в речные системы.

Большие возможности предоставляет облачная платформа Google Earth Engine, объединяющая каталог спутниковых изображений и геопространственных наборов данных объемом в несколько петабайт с возможностями анализа в планетарном масштабе. Ученые, исследователи и разработчики используют Earth Engine для обнаружения изменений, составления карт тенденций и количественной оценки различий на поверхности Земли. Движок Earth Engine доступен для коммерческого использования и остается бесплатным для академического и исследовательского использования [https://earthengine.google.com/].

Картографические сервисы и базы данных

Разнообразную тематическую пространственную информацию для составления экологических карт можно найти на различных картографических сервисах и базах данных.

Одним из наиболее популярных источников пространственных данных для широкого применения являются картографические данные OpenStreetMap (OSM) – открытого некоммерческого проекта по картографированию земной поверхности всего мира.

OpenStreetMap - самый успешный краудсорсинговый географический информационный проект на сегодняшний день. Проект был начат в 2004 году в ответ на повсеместное наличие юридических или технических ограничений на доступные карты, с конечной целью создания и распространения бесплатных географических данных по всему миру. Геопространственная база данных OSM распространяется под лицензией Open Database License открытого доступа (ODbL), позволяющей свободно использовать, изменять и дополнять базу данных на неограничивающих условиях с предоставлением авторских ссылок [Minghini, Frassinelli, 2019].

В настоящее время OSM включает административные границы, детальное землепользование, здания, пешеходные дороги и дороги разного назначения, водные объекты, разные коммуникации и т.д. Ввиду того, что карта ежедневно создается и обновляется пользователями по всему миру, она имеет разную подробность для разных территорий. Существует множество вариантов выгрузки данных из OSM, включая растровые и, что примечательно, векторные форматы (рис. 13).

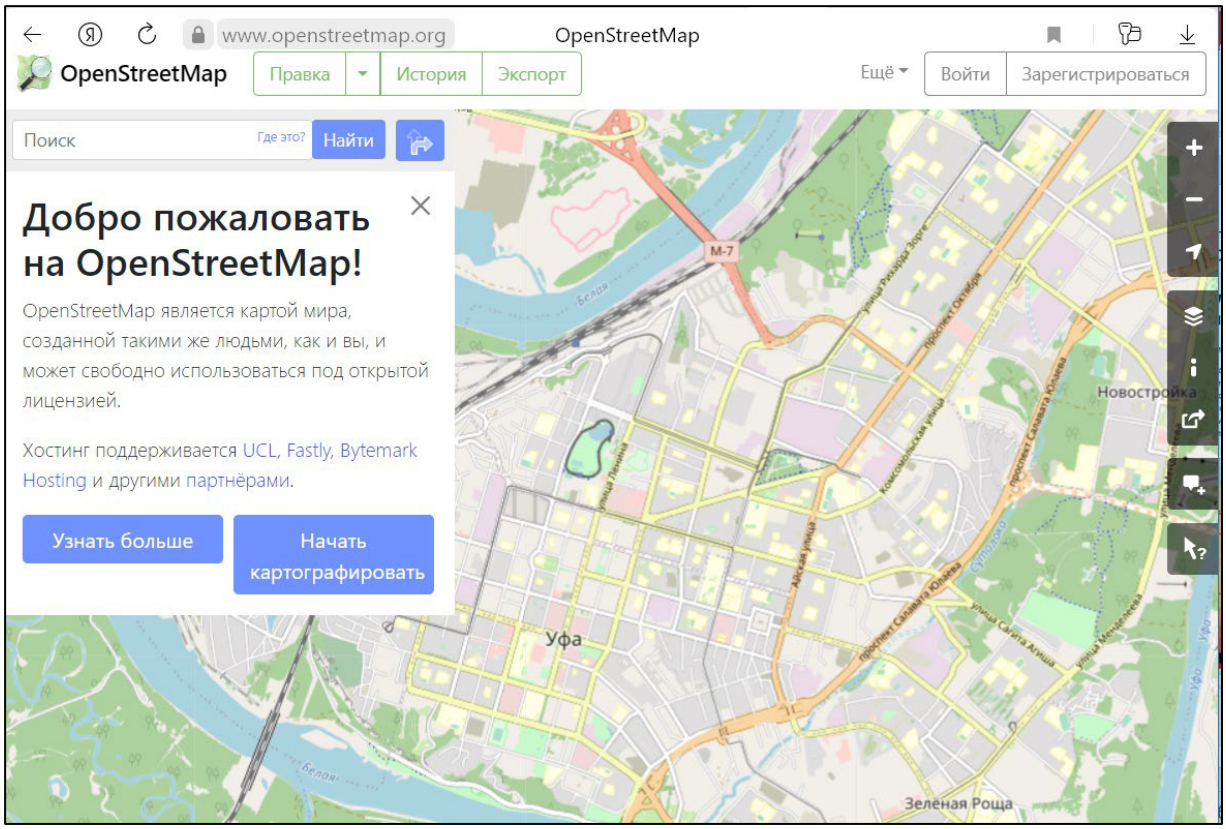


Рис. 13 Картографический сервис OpenStreetMap [https://www.openstreetmap.org/]

Nakarte.me - это агрегатор различных картографических сервисов, сайт, который создан для туристов, чтобы планировать походы. Например, сайт содержит тепловую карту - чем более «горячая», то есть желтая или белая линия на этой карте, тем большее количество человек пробежало со спортивными часами или фитнес-приложением по этому месту (рис. 14).

Worldclim. - это база данных глобальных погодных и климатических данных высокого пространственного разрешения, доступный на сайте www.worldclim.org. Набор климатических данных WorldClim, представляет собой набор пространственных данных в виде растровых изображений, в каждой ячейке которых содержится информация о значении того или иного климатического показателя. Это минимальная, максимальная, средняя температура и сумма осадков по каждому месяцу, набор производных от них характеристик, а также данные о климате в прошлом и будущем.

При создании набора WorldClim в качестве исходной информации служили результаты наблюдений метеостанций, расположенных по всему миру, за 1950 – 2000 гг. С помощью интерполяции среднемноголетние значения метеоэлементов в отдельных точках (на метеостанциях) были пересчитаны на регулярную сетку.

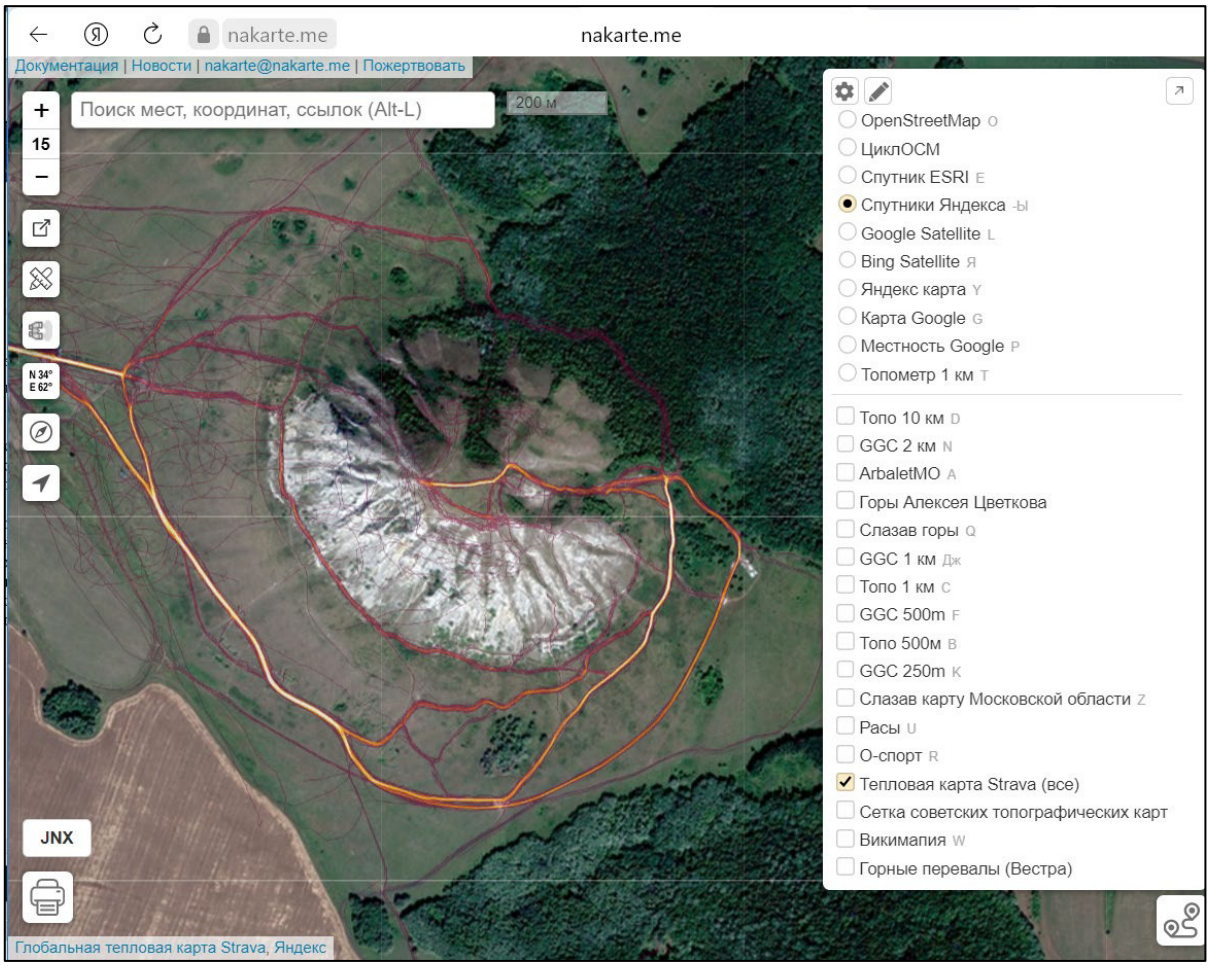


Рис. 14 Сайт nakarte.me с включенной тепловой картой (шихан Торатау Республики Башкортостан)

Такой метод хранения данных очень удобен для выполнения дальнейшего анализа и моделирования. Интервал между узлами сетки – 30″, в линейной мере это составляет около 1 км по дуге меридиана. На сайте доступны еще наборы данных с разрешением 2,5′; 5′; 10′. Они получены генерализацией вычисленного растра на основе осреднения значений [Богданова и др., 2015].

Таким образом, на сегодняшний день существует огромный объем источников информации для целей экологического картографирования. Критериями качества исходной информации являются: системность, надёжность, достоверность, полнота исходной информации, адекватность масштаба и формы представления, доступность, актуальность, интерпретируемость информации и отображение специфики конкретной территории.

Вопросы для самоконтроля:

1. Какие требования предъявляются к информации, предназначенной для составления экологических карт?

2. Перечислите источники информации для экологического картографирования.

3. Какие подсистемы выделяются в Единой системе государственного экологического мониторинга?

4. Перечислите виды государственных кадастров природных ресурсов.

5. Материалы каких организаций и учреждений можно использовать в экологическом картографировании?

6. Что такое данные дистанционного зондирования Земли?

7. Что из себя представляют спутниковые изображения?

8. Какие общедоступные спутниковые снимки пользуются популярностью при выявлении динамики земного покрова?

9. Какие спутниковые снимки используются при анализе газовой составляющей атмосферы Земли?

10. Что такое глобальные цифровые модели рельефа, какие параметры можно рассчитать на их основе?

11. Под какой лицензией используются данные OpenStreetMap.

12. Какие картографические сервисы вы знаете?

2. СПОСОБЫ КАРТОГРАФИЧЕСКОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ

2.1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О СПОСОБАХ КАРТОГРАФИЧЕСКОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ

В 1967 г. вышло первое издание книги французского семиографа и картографа Ж. Бертена «Графическая семиология» [Bertin, 1967.], где он систематизировал графические средства (формы), используемые на картах, и назвал их графическими переменными. Все кажущееся обилие графических средств он свел к семи: размер, форма, ориентировка, цвет, светлота (или яркость), текстура, внутренняя структура. Эти графические переменные образовали основу морфологии графических средств картографического изображения [Салищев, 1990].

Из графических переменных и их сочетаний можно сконструировать любую систему графических средств для любой карты. *Способы картографического изображения* — это способы преобразования пространственной информации в картографическую форму посредством системы графических знаков, графических переменных. К основным способам картографического изображения относятся: значки, линейные знаки, ареалы, изолинии, локализованные диаграммы, точечный способ, качественный и количественный фон, картограммы, картодиаграммы, псевдоизоинии.

Графические средства на экологических картах применяются те же, что и на картах иной тематики, — внемасштабные (значковые, буквенные и цифровые), линейные, площадные. Соотношения типа локализации картографируемых явлений, характера информации и примененных графических средств образуют способы картографических изображений.

Сформировался особый раздел науки - картографическая семиотика (картосемиотика)- на стыке картографии и семиотики - лингвистической науки, исследующей свойства знаков и знаковых систем, в рамках которой разрабатывается общая теория систем картографических знаков. В ней изучается довольно обширный круг проблем, касающихся происхождения, классификации, свойств и функций картографических знаков и способов картографического изображения. Основная задача картографической семиотики - разработка языка карты, т. е. знаковой системы, включающей условные обозначения, способы изображения, правила их построения, употребления и чтения при создании и использовании карт.

Общее количество явлений, показываемых на экологических картах, велико и в настоящее время продолжает увеличиваться. Основные классы явлений на экологических картах подразделяются, согласно принятому делению экологических проблем, на атмосферные, водные, земельные, биологические, геолого-геоморфологические и комплексные (ландшафтные). Для всех классов явлений существуют общие правила использования графических средств языка экологических карт [Стурман, 2003].

Чтобы уметь правильно выбирать способы изображения для того или иного экологического сюжета, специалист, занимающийся составлением даже простейших карт, должен хорошо представлять возможности и пределы применения каждого способа

Все множество объективно существующих природных и общественных явлений, отображаемых на картах, с картографической точки зрения, подразделяется на пять больших групп, в зависимости от характера пространственной локализации:

1. явления, локализованные в пунктах (например, места отбора проб, посты мониторинга, предприятия и города на мелкомасштабных картах), для которых объектом показа являются их точные местоположения и, иногда, качественные или количественные характеристики;

2. явления, локализованные на линиях (например, дороги, трубопроводы, различные границы), для которых объекты показа — точные местоположения, качественные и количественные характеристики;

3. явления, локализованные на площадях, т.е. присутствующие на одних частях картографируемой территории и отсутствующие на других (например, предприятия, города и их части на крупномасштабных картах, особо охраняемые природные территории), для которых объектом показа на картах служат районы распространения и, иногда, качественные или количественные характеристики;

4. явления сплошного распространения (например, атмосфера и ее характеристики, горные породы и их свойства), для которых объект показа на картах не факт наличия, а пространственная изменчивость качественных или количественных характеристик;

5. явления рассеянного распространения, т.е. состоящие из множества мелких объектов, индивидуальный показ которых невозможен (например, биологические виды, посевы сельскохозяйственных культур), для которых объектом показа также являются, главным образом, территории и плотность распространения.

Главное отличительное свойство большинства способов — их предназначенность для передачи в картографической форме информации об определенных типах размещения явлений, объектов: значки — размещение в точке, линейные знаки — на линии, ареалы — на площади, изолинии — сплошное континуальное размещение, точечный способ — рассеянное размещение, качественный фон — сплошное площадное размещение [Январева, 2011].

Принципиальное значение имеет выбор способов картографического изображения, который производится для каждого элемента содержания экологической карты и каждого показателя. При этом на основе одного и того же источника можно получить карты разного содержания, изменяя способы и графические средства картографического изображении. Они обеспечивают разную точность и разную читаемость, позволяют отделить

главное от второстепенного, резкие границы от переходных; отражают динамику и взаимосвязи картографических явлений.

Хотя набор способов картографического изображения ограничен, получение новых смысловых и художественных сочетании достигается комбинированном изобразительных средств. Восприятие сочетаний (комбинаций) знаков на основе их понятийной и логико-операционной переработки позволяет осуществлять чтение картографических образов и проводить визуальный анализ карт [Географическое…, 2010].

Определяясь с тем, какие способы отображения будут использоваться для передачи на карте различных объектов экологической опасности, следует учитывать следующие факторы:

– Характер картографируемых данных. Например, при картографировании кислотных осадков можно использовать способ ареалов (для простой фиксации мест их выпадения) или способ изолиний (если картографируется кислотность атмосферных осадков, и на карте надо передать ряд статистических данных).

– Характер распространения загрязняющего вещества по картографируемой территории. Если данное загрязнение имеет повсеместное распространение (например, загрязненность воздушного бассейна крупного города пылью), то целесообразно будет использовать способ изолиний, или способ количественного фона. Если же загрязнение отмечается только на некоторых локальных участках (например, загрязнение почв города тяжелыми металлами), то его можно будет передать способом ареалов.

– Масштаб составляемой экологической карты. Например, загрязненность атмосферного воздуха диоксидом серы на крупномасштабных картах целесообразно показывать площадным способом отображения – изолиниями или количественным фоном. Но в пределах крупного региона или страны в целом загрязнение диоксидом серы является не сплошным, а локальным, и в основном приурочено к промышленным узлам и городским агломерациям. Поэтому на среднемасштабных экологических картах будет логичнее использовать способ ареалов, а на мелкомасштабных картах – способ локализованных диаграмм, привязанных к основным источникам загрязнения атмосферы диоксидом серы – промышленным центрам [Николаев, Ромашева, 2006].

Вопросы для самоконтроля:

1. Перечислите основные способы картографического изображения.
2. От каких факторов зависит выбор определенного способа картографического изображения?
3. На какие группы в зависимости от характера пространственной локализации можно разделить все явления и объекты, отображаемые на картах?

2.2 ЗНАЧКИ. ЛИНЕЙНЫЕ ЗНАКИ. АРЕАЛЫ

Значки, линейные знаки, ареалы - способы, передающие размещение точечных, линейных и площадных объектов; номинантную или качественную (иногда количественную) характеристику. История этой группы способов картографического изображения началась с первых рисунков древнего человека, датируемых тысячелетиями до нашей эры. На них человек изображал, что и как видел; реки и дороги - линией, жилище - натуралистическим рисунком домиков, участок растительности - штриховым рисунком деревьев.

Человек, создавая первые картографические изображения — таблицы (табулы) и чертежи, скопировал типы локализации, которые присущи объектам, видимым на поверхности земли, т.е. изобрел три первых способа картографического изображения — внемасштабные значки, линейные знаки и ареалы, передающие основное содержание сначала только топографических, а затем и тематических карт — дорожных, гидрографических, лесов, расселения населения. Первые рисунки человека были без масштаба и проекции, но вполне точными в топологическом отношении, так как служили для ориентирования на местности.

На первых картографических изображениях объекты картографирования еще сохраняют черты индивидуальности, особенно в изображении населенных мест. Но с течением времени эти черты исчезают, графические знаки стандартизируются, приобретают понятийный характер, становятся условными, абстрактными [Январева, 2011].

Способ значков

Способ значков применяется для передачи планового положения, количественных и качественных характеристик объектов, по своим размерам не выражающихся в масштабе карты, но имеющих четкую точечную локализацию. Форма или цвет значка обычно отражают качественные особенности объекта, а его размер или внутренняя структура – количественную характеристику [Стурман, 2020].

На древних рукописных отечественных чертежах выявлено около 50 стандартных знаков — от рисованных до абстрактных [Кусов, 2003]. Рисованными и абстрактными значками обозначались населенные пункты и месторождения полезных ископаемых, горнозаводские предприятия и т.д. Сведения о месторождениях полезных ископаемых можно найти в «Книге Большому чертежу» (1627), «Чертежной книге Сибири» (1701). В связи с развитием металлургического производства на Урале и Алтае в XVIII в. широкое распространение получили горнозаводские карты. В 1724—1770 гг. на горнозаводских картах различными значками показывали заводы по выплавке черного металла и меди, рудники, выжиг древесного угля. В

1734 г. была составлена первая обзорная карта уральских заводов [Преображенский, 1953; Январева, 2011].

Значки могут быть абстрактными геометрическими (кружки, квадраты, звездочки, ромбы), буквенными, наглядными (пиктограммы, символические и художественные значки).

Геометрические значки являются наиболее «картографическими» достаточно четки и компактны, легко различимы и локализуются по геометрическому центру. Малое количество форм компенсируется другими графическими переменными по Ж.Бертену – формой, размером, ориентировкой, цветом, яркостью, текстурой (рис. 15, 16).

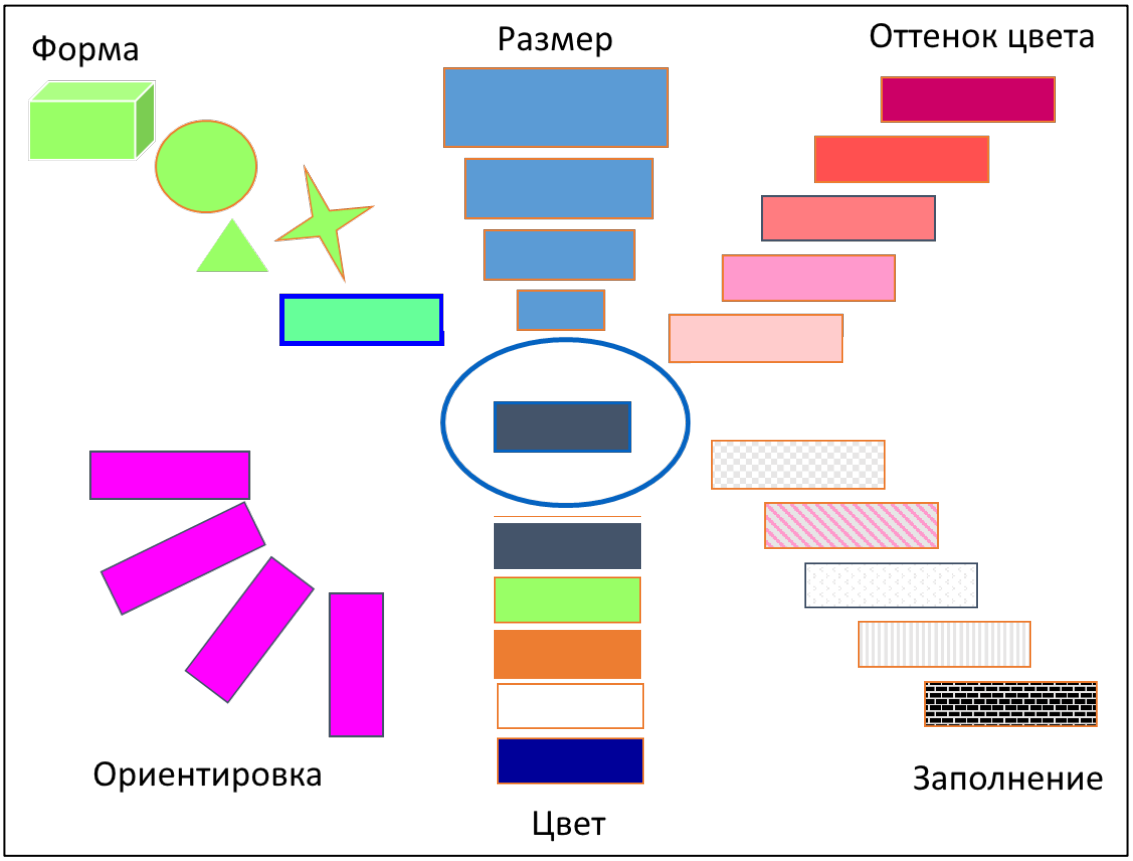


Рис.15 Графические переменные по Ж.Бертену

Геометрические значки усложняют дополнительными элементами и внутренней структурой - тогда их называют структурными значками.

Буквенные значки - это, как правило, первая буква или начальные буквы названия изображаемого объекта. Буквы могут быть русского или латинского алфавита. Буква, нанесенная на карту, указывает, где и какой объект расположен. Применение буквенных значков довольно ограничено. Недостатки заключаются в сложности локализации, т.к. буквенные значки не указывают точное местоположение объекта, а также их трудно сравнивать по величине, делают карту пестрой. Эти недостатки устраняются, если буквы вписать в геометрические фигуры.

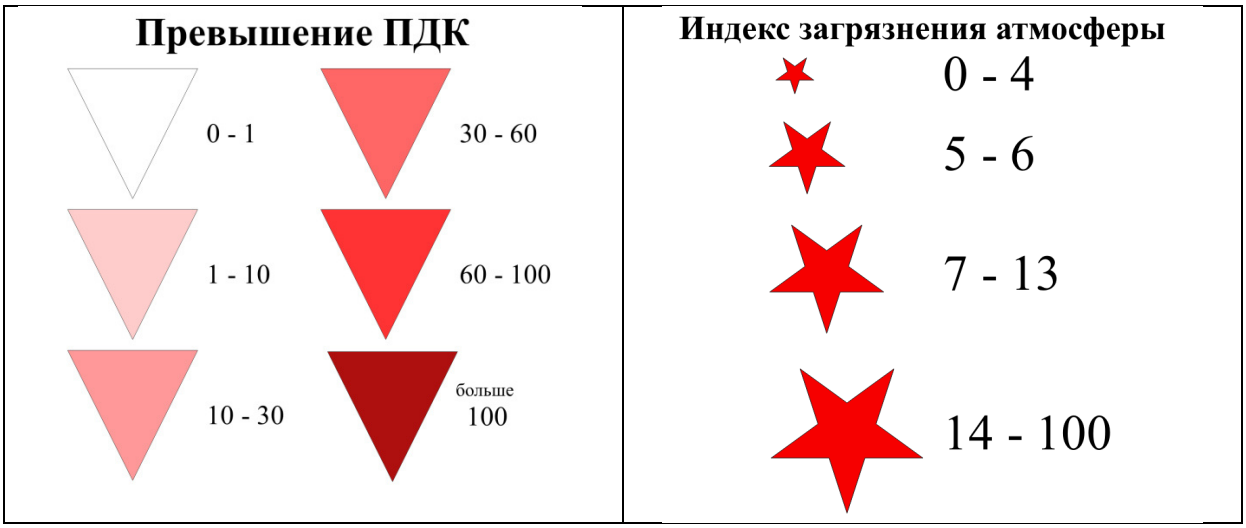


Рис. 16 Примеры применения геометрических значков

Наглядные значки (символические, художественные, пиктограммы) – это значки, которые своим видом напоминают изображаемый объект или явление. Они трудно сопоставимы по величине, менее компакты, чем геометрические значки и плохо локализуются на карте. При большем количестве карта выглядит перегруженной. Наглядность значков позволяет читать карту, не обращаясь к легенде (рис. 17).

Рис. 17 Наглядные значки и буквенные значки

Способ значков применяется на экологических картах весьма широко, поскольку большинство техногенных источников загрязняющих выбросов имеют точечную локализацию в пространстве. Изменяя рисунок (форму) и цвет (штриховку) значков, передают качественные различия между объектами, а изменяя размер значков – количественные различия объектов.

Способ значков применяется для обозначения пунктов экологического мониторинга и места отбора проб, места обитания редких видов флоры и фауны, памятников природы и других небольших по геометрическим размерам, но важных для содержания карт объектов.

Передача количественных соотношений между объектами картографирования при использовании способа значков производится путем изменения размеров значков. При этом зависимость размеров значков от количественных показателей может быть разной. Различают абсолютную шкалу – когда размеры значков прямо пропорциональны количественным характеристикам объектов. Например, при отображении объема выбросов в городах размеры пунсонов находятся в той же зависимости, что и объемы выбросов в этих городах. Город с объемом выбросов 500 тыс.тонн изображается кружочком в десять раз большего размера, чем город с объемом выбросов 50 тыс.тонн. Это очень наглядно и позволяет определить точно величину каждого картографируемого объекта. Однако при больших различиях объектов по величине применение абсолютной шкалы становится неудобным. Например, кружок большого промышленного города на карте закроет все соседние с ним значки и надписи. В таких случаях принято использовать условную шкалу величин объектов, которая отражает количественные различия в условной соизмеримости. Тогда знак крупного объекта будет намного больше знака маленького, но все же не во столько раз.

Абсолютные и условные шкалы бывают непрерывными и ступенчатыми. В непрерывных шкалах размер значков изменяется плавно с изменением количественного показателя картографируемого объекта. В ступенчатых шкалах изменения размеров знаков происходит скачкообразно. То есть размер значка остается постоянным в пределах каждого интервала и при переходе к следующей ступени довольно резко меняется. Ступенчатые шкалы могут быть с постоянным и переменным интервалом (равноинтервальные и неравноинтервальные).

Разработка шкалы, отражающей количественные различия объектов – не простое дело. Строгих правил выбора интервалов в них и размеров значков не существует. Общими рекомендациями являются учет самого статистического ряда количественных характеристик картографируемых объектов и ограничение шкалы шестью-восемью градациями. При большем числе ступеней в шкале размеры значков становятся плохо различимыми [Фокина, 2005].

Зачастую промышленные предприятия (заводы, фабрики и т. д.), производящие выбросы загрязняющих веществ в атмосферу, а также про-

мышленные центры и города на мелкомасштабных картах показываются на экологических картах структурными значками. При этом размер радиуса значка показывает годовой объем выбросов загрязняющих веществ в атмосферу. Площадь значка делится на секторы, цвета которых передают структуру выбросов.

Так, угловая величина сектора может отражать источник происхождения (от стационарных источников, от транспортных средств, от сжигания топлива, от технологических процессов и т.д.), классы опасности загрязняющих веществ, присутствующих в выбросах или сбросах (1-й класс - вещества чрезвычайно опасные, 2-й класс - высокоопасные, 3-й класс - умеренно опасные, 4-й класс – малоопасные), компонентный (ингредиентный) состав (рис. 18), степень очистки и т.д.

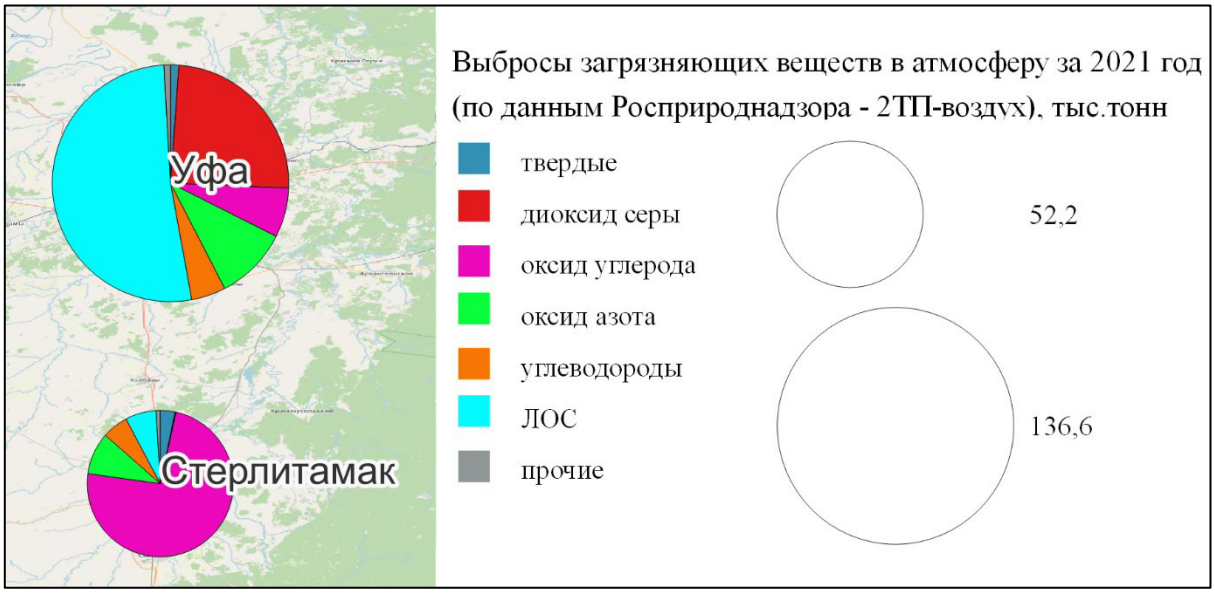


Рис. 18 Структурные геометрические значки, показывающие компонентный состав выбросов

При отображении структурными значками компонентного состава выбросов в абсолютных значениях не учитывается степень экологической опасности веществ и не отображаются чрезвычайно опасные и высокоопасные вещества ввиду их небольшой доли в общем объеме. Поэтому информативными оказываются не абсолютные, а приведенные суммы выбросов. Приведение обычно осуществляется к диоксиду серы, через соотношение величин ПДК.

Структурными значками также передается структура промышленности, где размер значка передает валовую продукцию, а секторы - удельный вес различных отраслей промышленности в промышленном центре.

Способ значков также позволяет передать динамику объекта в пространстве и времени, например, значки в виде «нарастающих фигур» (рис. 19).

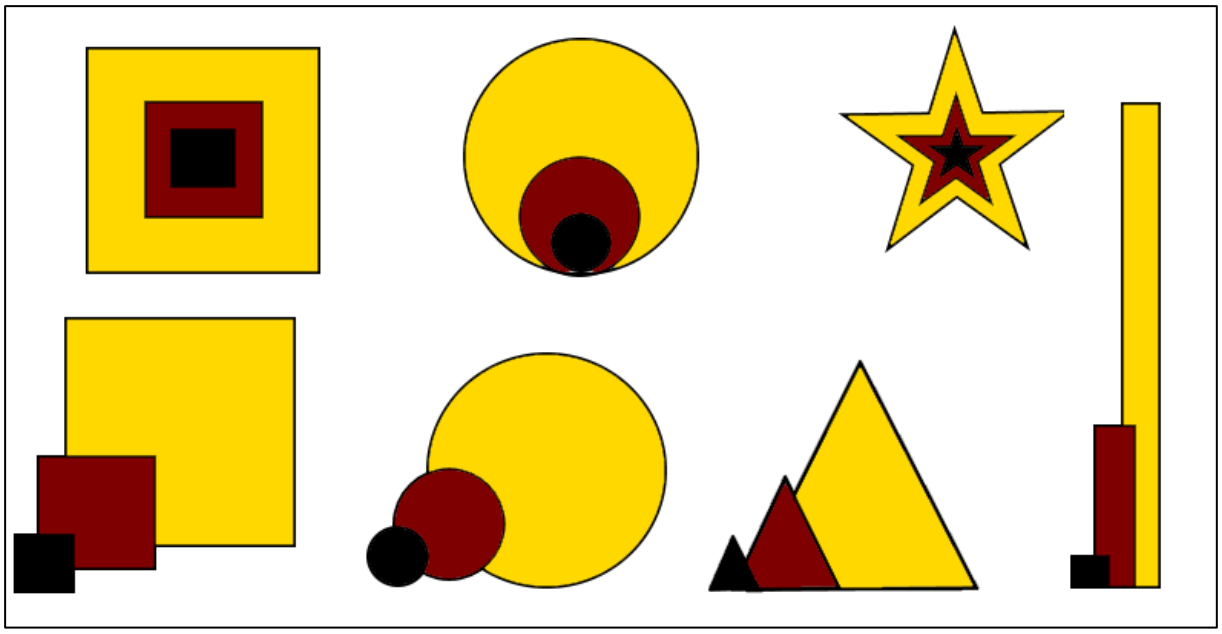


Рис. 19 Нарастающие значки различной формы для передачи динамики явлений

Значки также могут использоваться для показа других локальных объектов, загрязняющих окружающую среду и не выражающихся в масштабе карты – объектов с высоким радиационным риском (АЭС, ядерные полигоны, места захоронения радиоактивных отходов), а также полигонов и свалок отходов, отстойников, очистных сооружений, хранилищ горюче-смазочных материалов, авто-заправочных станций, мест сброса загрязненных вод, объектов энергетик (ТЭЦ, ГРЭС), горно-промышленных предприятий (шахт, карьеров, горно-обогатительных фабрик, отвалов пород) и др. Чтобы вывести подобные объекты на первый план содержания карты, их условные знаки изображают яркими, броскими цветами [Геоэкологическое…, 2009; Николаева, 2006]. Значками обозначаются также состав и степень остроты экологических проблем городов [Стурман, 2019].

Способ линейных знаков

Способ линейных знаков применяется для изображения на карте линейных объектов и явлений (дорог, политических и административных границ, рек, водораздельных линий, береговых линий озер и морей), локализованных по линиям.

История дорожных карт начинается, вероятно, с карт Римской республики (III-I вв. до н.э.), которые были необходимы для управления государством, а также торговцам, военным, путешественникам, паломникам. Съемки дорог начались при Гае Юлии Цезаре. До наших дней римские дорожные карты не дошли, сохранилась только поздняя копия одной из них, так называемая Пейтингерова таблица. Это полосная карта в виде свитка длиной более 6 м, где показаны расстояния по дорогам, населенные пунк-

ты, стоянки римских легионеров, укрепления, гидрографическая сеть и т.д. [Постников, 1985; Январева, 2011].

В наше время к полосным картам вновь обратились при создании навигатора-путеводителя для автомобилистов.

Способ линейных знаков используется для показа на экологических картах техногенных объектов значительной протяженности (нефте- и газопроводы, главные автомагистрали, высоковольтные линии электропередач и другие транспортные коммуникации). Также линейные условные знаки применяются для отображения природных объектов, сильно пострадавших от воздействия человека (реки с характеристикой качества воды). Ширина таких объектов, как правило, не выражается в масштабе карты. С помощью ширины линии передаются количественные показатели (мощность грузопотоков, глубина заложения разломов, расход воды рек), а качественные – структурой линии, цветом (состав грузопотоков, тип береговой линии, загрязненность воды в реках, рис. 20)

Рис. 20 Линейные знаки различного цвета для передачи загрязненности воды

Положение оси линейных знаков на карте отображает реальное положение линий на местности. В целом линейные знаки как способ изображения, следует отличать от линий как изобразительных средств, относящихся к другим способам изображений (изолинии, границы ареалов) [Стурман, 2019].

Способ ареалов

Способ ареалов используется для передачи области распространения явлений, имеющих ограниченное по площади распространение, причем в пределах этой площади картографируемое явление может быть дискретным (т.е. встречаться редко), сплошным или рассеянным. Например, пло-

щадь угольного бассейна – это сплошной ареал, область распространения какого-либо вида растительности или животных – рассеянный ареал, генерализация поселений – географическое обобщение дискретного явления, можно сказать, что это псевдоареалы.

Предметом наиболее раннего использования способа ареалов на тематических картах были леса. По утверждению М. Эккерта, леса стали отдельным объектом картографирования в XV в. в Германии, так, в XVII в. военным советником А. Кизером была составлена рукописная карта лесов Альтвюртенберга на 280 листах [Багров, 2004.]. В России лесные карты приобрели особое значение в связи со строительством морского флота, задуманного Петром I [Цветков, 1950; 1957; Январева, 2011].

Ареалы могут быть абсолютными и относительными. Абсолютным называют ареал, за пределами которого исследуемое явление не встречается вообще (например, нефтегазоносный бассейн, контур которого точно установлен). Относительный ареал показывает лишь районы наибольшего сосредоточения данного явления (например, промысловый ареал каких-либо лекарственных растений).

Графические средства изображения ареалов могут быть разнообразными:

а) выделение контура ареала сплошной или пунктирной линией;

б) окраска ареала цветом;

в) выделение ареала штриховкой;

г) равномерное размещение в пределах ареала значков с указанием или без указания границ ареала;

д) указание ареала надписью или индексом, раскинутым в его пределах распространения;

е) указание ареала отдельным значком (рис. 21).

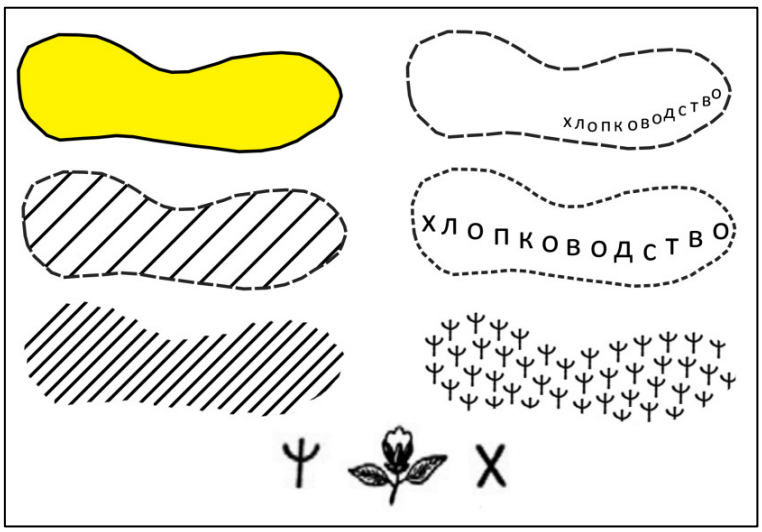


Рис. 21 Разные методы изображения способы ареала

На одной карте можно показать несколько, даже перекрывающихся явлений способом ареалов.

Существует принципиальная разница между значковым способом, когда каждый знак точно относится к объекту, локализованному в том или ином пункте, и значком ареала, характеризующим площадь. Точно так же знак границы отражает не линейный объект, а лишь оконтуривает ареал. Границы как графическое средство предпочтительны для абсолютных ареалов, а для относительных – лучше нанести значки или дать надпись без проведения границы, точное положение которой на местности неизвестно [Берлянт, 2002].

Способ ареалов обычно не несет информации о конкретных качественных или количественных характеристиках, он отображает форму и местоположение площади распространения картографируемого явления.

Однако этот способ позволяет передать также количественные характеристики (например, интенсивность) картографируемых явлений. Например, при отображении способом ареалов лесной растительности можно показать запасы древесины или густоту леса, используя ареалы с разной частотой штриховки или с разными оттенками цвета. Такие ареалы называют количественными.

Также можно отображать динамику картографируемого явления во времени, например, вписав столбиковые диаграммы в ареалы. Динамику явления в пространстве можно передать наложением или перекрытием ареалов [Радченко, Николаева, 2018].

В экологическом картографировании способ ареалов применяется по своему прямому назначению: для показа ареалов биологических видов, различных природоохранных территорий (заповедников, национальных и природных парков, заказников, их охранных зон; а также территорий высокой природоохранной ценности – водно-болотных угодий международного значения, ключевых орнитологических участков), участков распространения определенных видов загрязнения, геодинамических процессов, неблагоприятных экологических явлений и процессов, распространенных на ограниченной территории и выражающиеся в масштабе карты

Для отображения на экологических картах загрязненности почв часто применяется способ маркированных ареалов. В разрыве контура или внутри такого ареала указывается загрязнитель (рис. 22), может указываться также превышение ПДК или фоновой концентрации [Николаева, Ромашова, 2006; Стурман, 2019].

Указание ареала значками распространено при показе экологических проблем и ситуаций, неблагоприятных факторов (истощения вод суши, загрязнения вод рек и морей, радиоактивного загрязнения, распространения кислых атмосферных осадков) и процессов (пыльные бури, многолетняя мерзлота) (рис. 23).

Рис. 22 Ареалы для обозначения территорий загрязнения почв. Фрагмент карта загрязнения Ленинградской области 1990 года (http://www.etomesto.ru/download.php?map=peterburg_ekologicheskaya-karta)

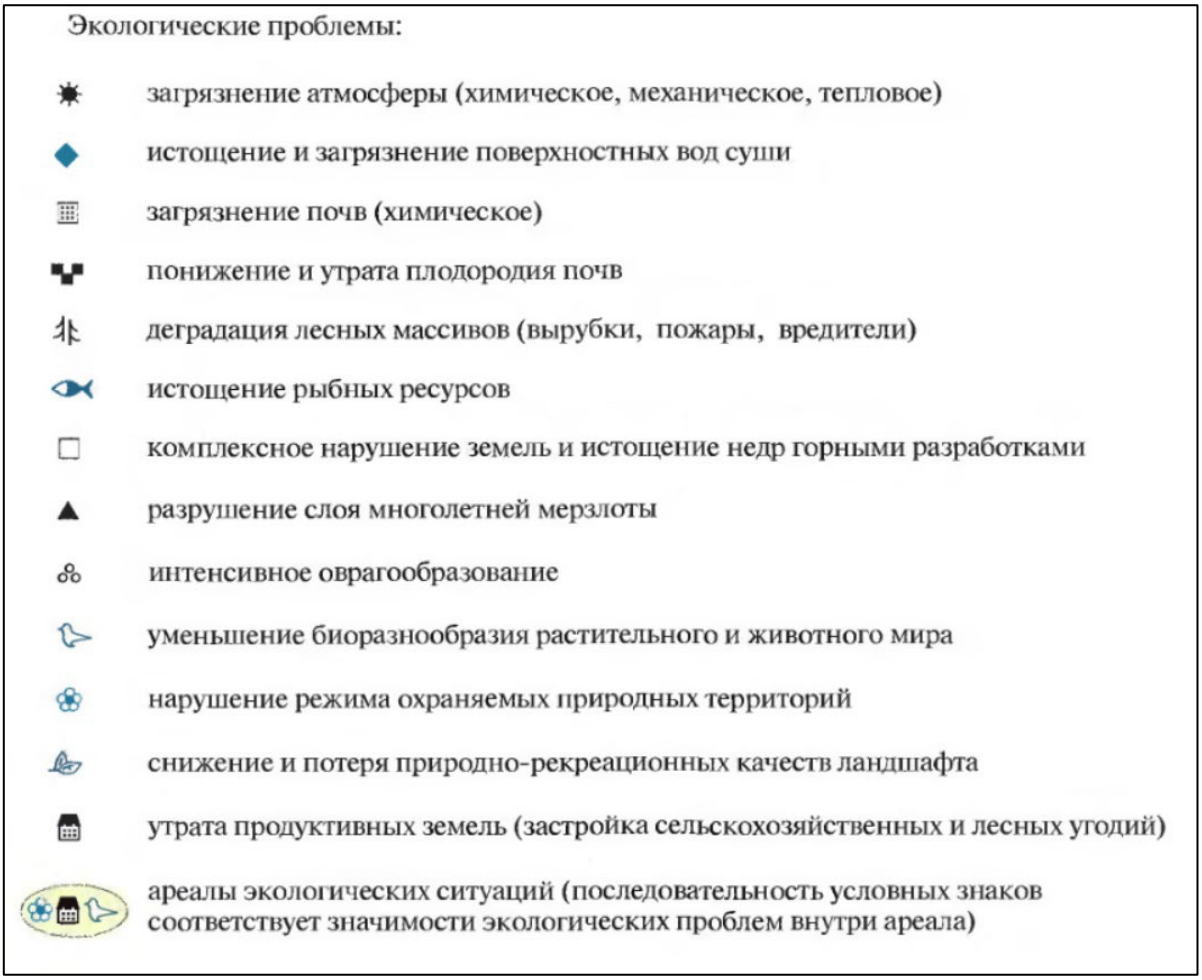


Рис. 23 Значки-ареалы, применяемые для отображения экологических проблем [Геоэкологическое…, 2009]

Острые экологические ситуации показываются в виде ареала с набором буквенных индексов, обозначающих комплекс природоохранных (экологических) проблем, проявляющихся на данной территории. Выявление таких ареалов проводится по результатам анализа и синтеза широкого набора картографических материалов и привлечения экспертных оценок [Геоэкологическое…, 2009].

Способ знаков движения

Способ знаков движения – предназначен для отображения пространственных перемещений явлений и объектов природного и социального характера (морских течений, миграций животных) с помощью линий движения и векторов.

Знаки движения дают представление о направлении движения, скорости и количестве перемещаемых явлений или объектов, структуре и динамике во времени. Они могут характеризовать следующие явления:

– точечное (например, маршрут морского судна);

– линейное (перемещение атмосферного фронта);

– площадное (рост лавинного поля);

– рассеянное (миграция животных).

Существует два вида знаков движения:

а) векторы движения – стрелки различного цвета, формы или толщины. Векторы используют на картах там, где важнее всего отобразить направление движения, например, при картографировании ветров или течений;

б) полосы (ленты) движения, или эпюры разной ширины, цвета и структуры применяют в том случае, если необходимо отобразить структуру картографируемого явления, например, структуру грузопотока

Знаки движения могут локализоваться на карте точно – вдоль линии движения – или схематично. В последнем случае стрелки просто соединяют начальный и конечный путь по кратчайшей линии.

Качественные различия в способе знаков движения передаются цветом, рисунком или штриховкой стрелок и эпюр, а количественные – шириной эпюр и стрелок, количеством одинаковых стрелок определенного веса. По аналогии со способом значков знаки движения позволяют передать структуру движущегося явления структурой эпюр или сочетанием различных стрелок, а количественное соотношение – шириной векторов или эпюр в абсолютной или условной масштабности, в непрерывной или ступенчатой шкале.

Знаки движения в виде векторов хорошо сочетаются со всеми другими способами картографического отображения; эпюры желательно сочетать только с фоновыми способами (качественный и количественный фон, картограммы) [Николаева, Радченко, 2018].

В экологическом картографировании с помощью векторов передаются направления распространения загрязняющих веществ, пути миграции животных (рис. 24).

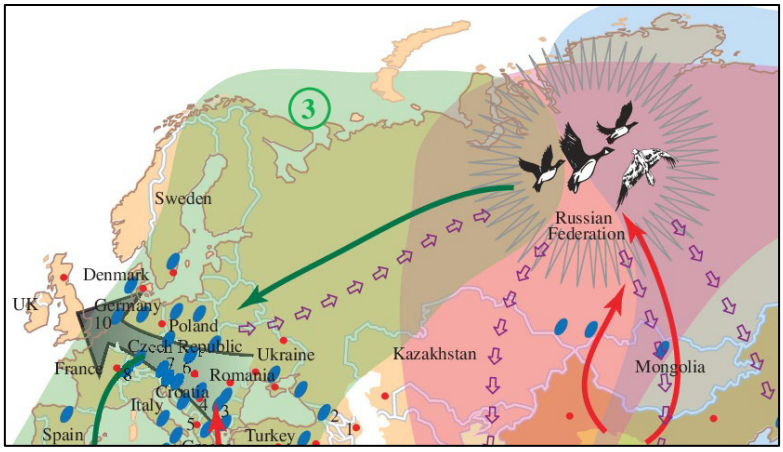


Рис. 24 Знаки движения, показывающие потенциальные маршруты перелетных птиц [https://www.semanticscholar.org/paper/Avian-influenza-virus%2C-Streptococcus-suis-serotype-Ma-Feng/]

Вопросы для самоконтроля

1. Для показа каких явлений и объектов на экологических картах может применяться способ значков?
2. Как различают значки по форме? Дайте каждой форме значка характеристику.
3. Какие значки используются для передачи динамики явлений?
4. Какие экологические показатели можно показать с помощью геометрических структурных значков?
5. В чем отличия абсолютной и относительной шкал, используемых для передачи количественных показателей при использовании способа значков?
6. В каких случаях применяется способ линейных знаков?
7. Как передаются качественные и количественные показатели при использовании способа линейных знаков?
8. Приведите примеры сплошного и рассеянного ареалов. Какие графические средства используются для их показа?
9. В чем принципиальная разница между значком значкового способа и значком ареального способа?
10. Для показа каких экологических показателей может применяться способ маркированных ареалов?
11. Для показа каких явлений используются знаки движения?
12. Какие графические средства используются при использовании способа знаков движения?

2.3 ИЗОЛИНИИ. ЛОКАЛИЗОВАННЫЕ ДИАГРАММЫ. ТОЧЕЧНЫЙ СПОСОБ

Изолинии, локализованные диаграммы и точечный способ — способы, передающие размещение континуальных и рассеянных объектов, а также их количественную характеристику.

Способ изолиний

Способ изолиний используются для характеристики величины сплошных и постепенно изменяющихся в пространстве явлений (физических полей атмосферы, гидросферы, магнитного поля Земли, рельефа земной поверхности и глубинных слоев земной коры). Изолинии (от греческого «изос» – одинаковый, равный) – это линии, соединяющие точки с одинаковыми значениями каких-либо количественных показателей. В зависимости от сущности картографируемого явления некоторые виды изолиний имеют собственные названия. Например, изогипсы – линии, соединяющие точки, расположенные на одинаковой высоте над уровнем моря, изотермы – точки с одинаковыми значениями температуры, изобары – точки с одинаковыми значениями атмосферного давления, изогиеты – точки с одинаковыми значениями осадков. Расстояние между изолиниями на карте называется заложением изолиний и характеризует градиент поля (например, уклон поверхности). Чем меньше заложение, т.е. расстояние между изолиниями, тем выше градиент (круче поверхность), и наоборот, большие заложения свидетельствуют о пологой поверхности, о низких градиентах.

Изобретение этого способа было великим достижением картографии, позволившим создавать новые типы тематических карт, основанных на наблюдениях и количественных измерениях, и способствовать появлению новых областей знаний в географии. Способ был изобретен голландским землемером П. Брюэне в 1584 г. Он показал изолиниями глубину русла р. Спарне. Изобретение способа преследовало практическую цель — обезопасить судовождение по реке. В 1854 г. М.Ф. Мори на основе 180 промеров составил обзорную батиметрическую карту северной части Атлантического океана [Агапова, 2008].

По первым мировым изолинейным картам климатических параметров — среднегодовой температуры (Александр фон Гумбольдт, 1817 г.), температуры июля и января (Генрих Дове, 1848 г.), атмосферного давления и ветров (Александр Бухан, 1869 г.) — были выявлены глобальные закономерности изменения климатических параметров [Багров, 2004; Январева, 2011].

В 1749 г. для показа рельефа суши М. де Мюро впервые применил изолинии на фортификационном плане, а в 1791 г. Ж.Д. Триль составил в изолиниях карту рельефа Франции (заложение горизонталей около 20 м) [Постников, 1985]. В более точном изображении рельефа суши нуждались

военные и инженеры, поэтому было необходимо заменить способ штрихов на иной, более точный, основанный на количественных измерениях.

В России первая печатная карта в горизонталях - кадастровый план части территории Кавказских минеральных вод и г. Пятигорска (1856). На отечественных топографических картах-полуверстках (1:21 000) изолинии стали применяться с 1876 г. [Кусов, 2003]. В 1889 г. А.А. Тилло составил первую обзорную гипсометрическую карту Европейской России в масштабе 1:2 520 000 (на основе 18 тысяч измерений высоты) с послойной окраской в 17 ступеней. Благодаря картам в горизонталях развилась картометрия форм рельефа. По изолинейным картам рельефа можно определять относительную и абсолютную высоту точек, углы наклона склонов, вертикальное и горизонтальное расчленение рельефа [Январева, 2011].

В отличие от способа количественного фона, передающего явления и их характеристики при тех же условиях, изолинии никогда не пересекаются и отображают поверхности реальные или абстрактные.

Графическим средством способа изолиний служат линии различных цветов, структур, ширины и площадные фоны для послойной окраски промежутков между определенными изолиниями. Для лучшего чтения карт и придания им большей наглядности пространство между соседними изолиниями нередко окрашивают или (на черно-белых картах) штрихуют. Такая разновидность способа изолиний называется способом изолиний с послойной окраской.

Подбор цветов для послойной окраски должен учитывать содержание картографируемых явлений, ассоциироваться с ними. Так, на гипсометрических картах используется шкала, которая дает зрительную иллюзию приближения высоких ступеней. В экологическом картографировании принят «принцип светофора» - оттенки зеленого, желтого, красного цветов сменяют друг друга по мере обострения экологической обстановки. При необходимости шкалу дополняют синими и голубыми тонами для наиболее чистых мест, оранжевыми или розовыми для промежуточных ступеней и бордовыми, черными – для самых неблагополучных.

Дополнение изолиний послойной окраской делает возможным использование на той же карте второй системы изолиний. Так, на климатических картах нередко обозначают изолиниями с послойной окраской средние годовые или месячные температуры, а второй системой изолиний (утолщенные цветные линии) – характеристик радиационного режима. Но это возможно только при несложном рисунке изолиний, образующих вторую систему.

К числу достоинств способа изолиний относятся его простота, наглядность и удобство для выполнения измерений. На картах, построенных с помощью данного способа, легенды бывают очень просты по содержанию и обычно сводятся к шкалам и/или оцифровке изолиний.

В экологическом картографировании с помощью способа изолиний картографируют большое количество показателей. К ним относятся раз-

личные физико-географические параметры, способность атмосферы к самоочищению, а также количественные характеристики загрязнения компонентов природной среды [Стурман, 2003; 2019].

Изображение рельефа горизонталями – наиболее распространенный способ изображения рельефа, основанный на передаче абсолютных отметок. Горизонталями (изогипсами) называют линии равных высот. Они представляют собой проекции на плоскость следов сечения рельефа уровенными поверхностями, проведенными через заданный интервал, который называется высотой сечения рельефа. Горизонтали подводного рельефа называют изобатами (линиями равных глубин).

К достоинствам этого способа относится удобство получения количественных и качественных характеристик – абсолютных и относительных высот, формы, крутизны и экспозиций склонов, морфометрических показателей вертикального и горизонтального расчленения рельефа. Несложные дополнительные построения и расчеты позволяют строить профили, определять объемы земляных работ, картировать поля невидимости с определенных точек, строить карты вершинных и остаточных поверхностей и др.

Для лучшего чтения карт при высоте сечения рельефа 1; 2; 5; 10 м. каждую пятую (или десятую) горизонталь делают утолщенной, при высоте сечения рельефа 0,25; 0,5; 2,5 м. обычно утолщается каждая четвертая горизонталь. Горизонтали подписывают отметками, располагая цифры в разрывах горизонталей так, чтобы их верх был направлен в сторону возвышения. Дополнительно направления скатов указывают берг-штрихами (длиной 0,5 мм), которые ставятся перпендикулярно к горизонталям (рис. 25). Дополнительно подписывают абсолютные отметки отдельных точек, обозначают специальными значками обрывы, овраги и промоины, подписывают их количественные характеристики.

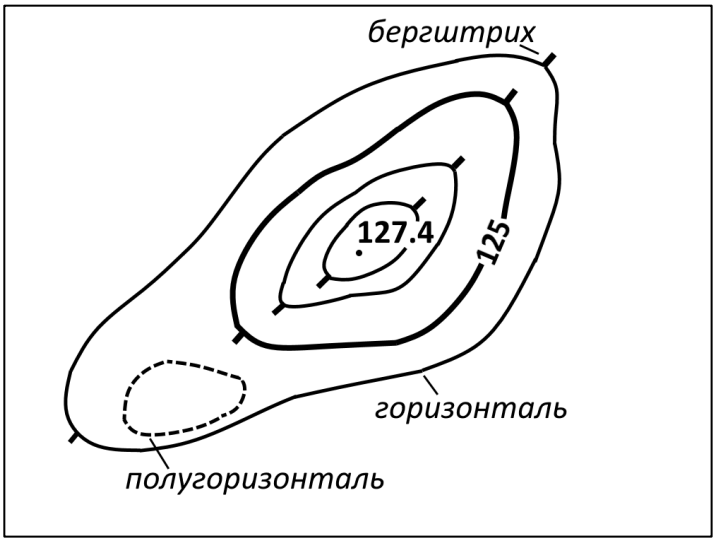


Рис. 25 Горизонтали (изогипсы)

В тех случаях, когда с помощью горизонталей основного сечения не удается показать какие-либо существенные детали рельефа, применяют дополнительные полугоризонтали. Их проводят через половину высоты принятого сечения рельефа. Например, на плоской поверхности Прикаспийской низменности полугоризонталями показывают многочисленные невысокие соляные купола. Иногда бывают недостаточны и полугоризонтали, тогда вводят вспомогательные горизонтали с произвольно выбранной высотой сечения.

Недостатком изображения рельефа горизонталями является невысокая наглядность получаемых изображений. Поэтому изображение рельефа горизонталями нередко дополняют послойной окраской по ступеням высот. Такой способ также называется гипсометрическим, а используемые при этом шкалы высот и глубин – гипсометрическими шкалами. Гипсометрические шкалы могут строиться тремя способами:

– Осветляющиеся шкалы сроятся по принципу «чем выше, тем светлее», в них происходит переход от серых и темно-оливковых тонов низменностей к светло-желтым высокогорьям и почти белым вершинам. Эти шкалы очень выразительны, горы кажутся освещенными солнцем, что придает рельефу пластику. Их часто использовали для показа рельефа Альп, Памира, Тянь-Шаня и других высокогорных территорий. Неудобство, однако, состоит в том, что затемнены низменности, где обычно сосредоточена основная нагрузка карты: реки, населенные пункты, дороги и др. В настоящее время этот способ практически вышел из употребления.

– Затемняющиеся шкалы строятся по принципу «чем выше, тем темнее», в них насыщенность послойной окраски возрастает с высотой от бледно-зеленого до темно-зеленого цвета для низменностей и от желто-коричневого до темно-коричневого цвета — для горных районов. Такие шкалы логичны, так как дают представление о нарастании высоты и крутизны склонов, однако бедны по колориту и недостаточно пластичны, а также возникают трудности чтения названий хребтов, перевалов, вершин и их отметок из-за затемнения верхних ступеней.

– Шкалы возрастающей насыщенности и теплоты тона используют следующую последовательность цветов: серо-зеленый, зеленый, желтый, желто-оранжевый, оранжевый, красный. В этом случае горы выглядят ярко, а низменности как бы удалены и цвет их слегка приглушен — этим достигается хороший пластический эффект и различимость высотных ступеней. Такие шкалы применены на многих картах Атласа Мира, на лучших гипсометрических картах СССР и России. В настоящее время наиболее распространенный способ.

Батиметрические шкалы менее разнообразны, оттенки светло-голубого цвета на мелководьях сменяются серо-голубыми, затем сине-фиолетовыми и темно-синими. В целом с глубиной затемнение шкалы всегда усиливается. Одноцветные шкалы обычно содержат пять-шесть, а мно-

гоцветные - до 16 ступеней послойной окраски. Ступени рельефа суши и морского дна обычно соединяют в одну шкалу [Берлянт, 2002].

Пространственную информацию о способности атмосферы к самоочищению также возможно передать способом изолиний. Для этого служат показатели климатического и метеорологического потенциала загрязнения атмосферы. Климатический потенциал загрязнения атмосферы отражает среднюю повторяемость и степень выраженности неблагоприятных метеорологических условий, исходя из средних многолетних данных, зависит от основных климатических параметров, определяемых за длительные промежутки времени. Картографирование потенциала загрязнения атмосферы включает вычисление его значений для метеостанций, с использованием соответствующих формул, и географическую интерполяцию, с вычерчиванием изолиний. При мелкомасштабном картографировании климатического потенциала загрязнения атмосферы выявляется влияние циркуляционных особенностей глобального и регионального масштаба, воздействие крупных форм рельефа.

Метеорологический потенциал загрязнения атмосферы определяется конкретными метеоусловиями и определяется по формуле:

$$МПЗА = (Рсл + Рт)/(Ро + Рв), \quad (1)$$

где Рсл – повторяемость дней со слабым ветров (0–1 м/с); Рт – повторяемость дней с туманом; Ро – повторяемость дней с осадками 0,5 мм и более; Рв – повторяемость дней со скоростью ветра 6 м/с и более.

Метеорологический потенциал загрязнения характеризуется значительно большей изменчивостью и является предметом среднемасштабного картографирования [Стурман, 2020].

Характер распространения загрязняющих веществ по исследуемой территории также можно наглядно отобразить способом изолиний. Особенно часто это используется на отраслевых экологических картах, показывающих загрязненность исследуемой территории отдельным загрязнителем. Изолинейные карты могут быть составлены по таким показателям картографирования, как средняя концентрация загрязняющего вещества в воздухе за определенный период времени, максимальная разовая концентрация загрязняющего вещества, повторяемость в процентах концентраций загрязнителя выше определенного ПДК и т. п. При необходимости на одной экологической карте можно показать две или три системы изолиний, каждая из которых характеризует уровень загрязненности атмосферы картографируемой территории определенным загрязнителем (рис. 26).

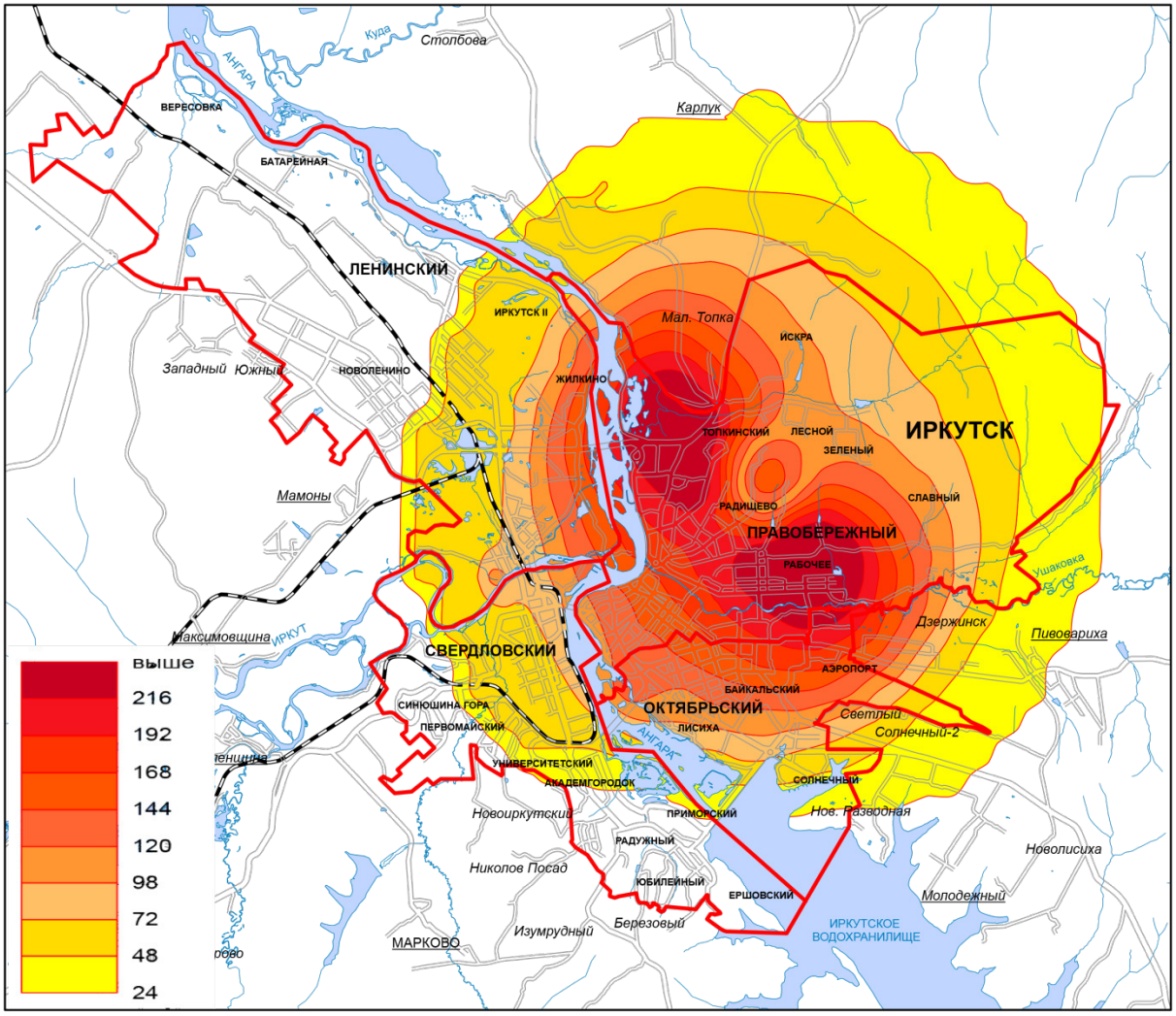


Рис. 26. Изолинии с послойной окраской – Частота превышений средней суточной ПДК взвешенных частиц в г.Иркутске в декабре [Экологический атлас…, 2015] (http://bic.iwlearn.org/)

Метод изолиний настолько прижился в экологическом картографировании, что для некоторых видов изолиний стали складываться собственные названия, например: изоконцентраты– линии равных концентраций загрязняющих веществ в анализируемой среде; изосорды - линии равной загрязненности подстилающей поверхности суммарным атмосферным выбросом; изохионы – линии равной толщины или продолжительности залегания снежного покрова; изовиты - изолинии комфортности окружающей среды.

С развитием спутниковых систем дистанционного зондирования Земли получило распространение определение количественных характеристик загрязненности атмосферы на основе установленных на искусственных спутниках активных сканирующих сенсоров и создание изолинейных карт, показывающих пространственное распределение усредненных концентраций наиболее распространенных загрязняющих веществ (рис. 27).

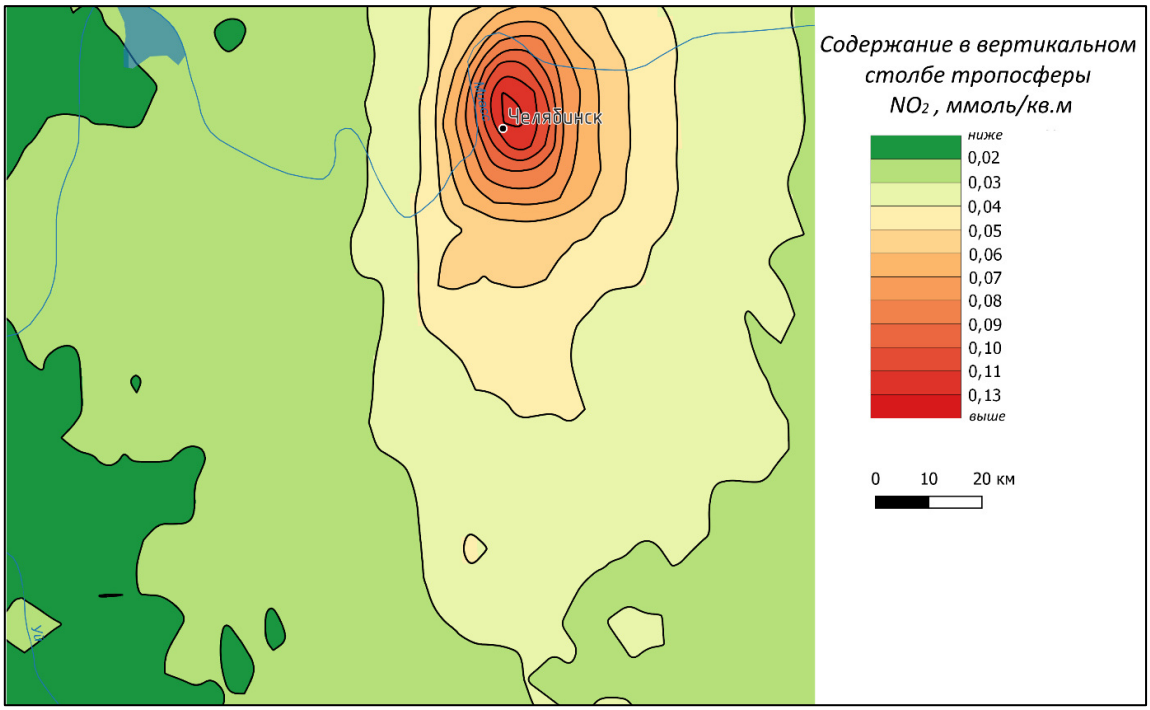


Рис. 27 Изолинии содержания в вертикальном столбе тропосферы диоксида азота по данным прибора TROPOMI (Tropospheric Monitoring Instrument) спутника Sentinel-5P в рамках многоспутниковой системы глобального мониторинга Copernicus Европейского Космического Агентства

С использованием способа изолиний можно отобразить не только покомпонентные концентрации загрязняющих веществ, но и интегральные показатели (комплексный индекс загрязнения атмосферы, суммарный индекс загрязнения почв и т. п.).

Применение способа изолиний затрудняется необходимостью располагать значительным объемом пространственной информации. Для составления карт распределения концентраций загрязняющих веществ в атмосфере необходима достаточно густая сеть мониторинга и значительное количество химических анализов. Это не всегда осуществимо, поэтому в ряде случаев используются разнообразные математические модели. Эффективным решением является совместное использование результатов измерений загрязнения среды и моделирования возможных направлений, путей и скорости распространение загрязнений в воздушной среде. Созданные таким образом карты относятся к оценочно-прогнозным.

Математические модели, объединяющие информацию о выбросах и закономерностях рассеивания загрязняющих веществ в атмосфере проводятся с использованием специальных программных средств - унифицированных программ расчета загрязнения атмосферы (УПРЗА). К ним относятся УПРЗА «Эколог» фирмы «Интеграл», УПРЗА «Web-Призма» научно-производственного предприятия «Логус», УПРЗА «ЭКОцентр-стандарт» и другие.

Основные необходимые входные данные для УПРЗА: климатические характеристики местности (температура наружного воздуха, коэффициент температурной стратификации атмосферы, скорости ветра), дисперсный состав вещества - коэффициент оседания вещества; данные об источниках выбросов вредных веществ, которые классифицируются по организованности и наличию воздуховодов, газоходов и труб. Каждый источник выбросов обладает своим набором технических характеристик, к ним относятся: высота данного источника относительно уровня земли, диаметр или площадь сечения устья источника; скорость выхода воздуха из устья; температура выброса, мощность выброса и т.д. По результатам расчетов формируются карты изолиний приземных концентраций вредных веществ на местности [Гончар и др., 2022].

В практике экологического картографирования изолиниями производят моделирование других физических воздействий: шумового загрязнения, электромагнитного излучения, радиации и т.д. Например, используя результаты инструментального контроля показателей шума и учитывая пространственную модель местности, застройку территории, транспортные потоки, защитные лесные насаждения и особенности рельефа составляются шумовые карты (рис. 28).

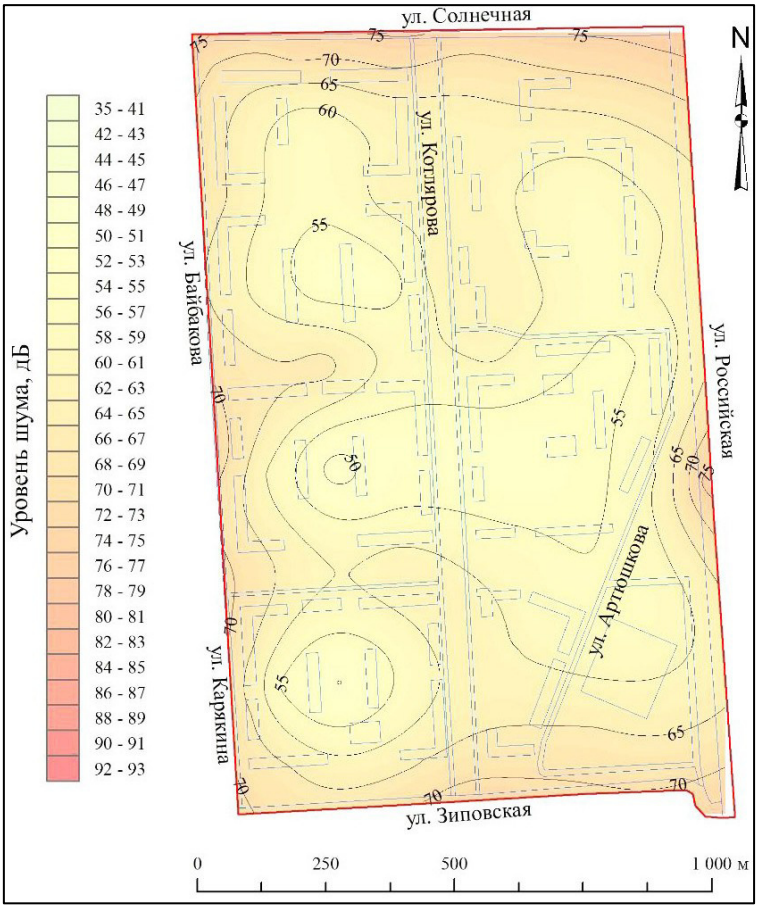


Рис. 28 Изолинии уровня шума [Липилин и др., 2022]

Автоматическое проведение изолиний не редко выполняется по цифровым моделям местности с помощью инструментов интерполирования ГИС-программ или с использованием программных средств, предназначенных для моделирования трехмерных поверхностей (Autodesk Land Desktop, Autodesk Civil 3D, Surfer - Golden Software Inc. и т. д.), по данным наблюдений в ряде постов на картографируемой территории.

Способ локализованных диаграмм

Если количественные характеристики явлений континуального размещения передаются не повсеместно, как способом изолиний, а дискретно, например, по данным измерений в точках наблюдений (метео-, гидропосты), то такой способ картографического изображения называется способом локализованных диаграмм.

Локализованные диаграммы – это диаграммы и графики, привязанные к определенным точкам на карте (станциям или пунктам, в которых ведутся наблюдения за картографируемым явлением). При этом само картографируемое явление является непрерывным в пространстве, сплошного или линейного распространения, хотя наблюдения за ним ведутся дискретно. Другими словами, локализованные диаграммы размещаются в строго определенных пунктах, но характеризуют и прилегающее пространство.

В одной диаграмме можно совместить несколько показателей.

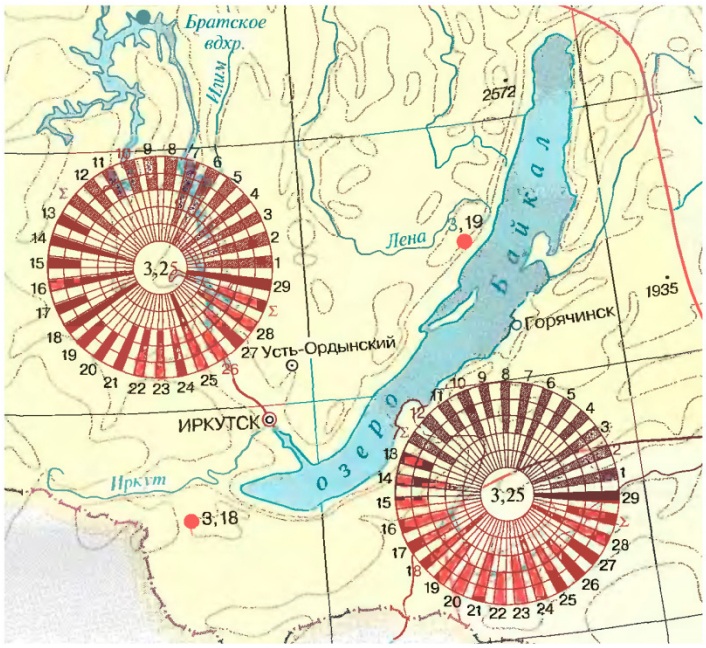
Обычно локализованные диаграммы широко применяются в климатологии и гидрологии: на климатических (розы ветров, повторяемость ветров разных направлений и др.) и гидрологических (изменение расхода воды по месяцам или сезонам, сроки наступления ледовых явлений и т.д.) картах. По своему внешнему виду они могут быть представлены графиками, круговыми или столбчатыми диаграммами.

Способ локализованных диаграмм хорошо сочетается с другими фоновыми способами, но желательно его не совмещать со способом значков и картодиаграммами, чтобы избежать перегрузки карты [Радченко, Николаева, 2018].

В экологическом картографировании способом локализованных диаграмм передается сезонная, межгодовая или иная изменчивость показателей заболеваемости, концентрации отдельных веществ и общих уровней загрязнения атмосферы или гидросферы, условий рассеяния или потенциала загрязнения.

Например, по ключевым точкам показываются балльные показатели дискомфорта природных условий для жизни населения (рис. 29), по гидропостам – категории удельного комбинаторного индекса загрязненности воды в динамике, а также превышения ПДК загрязняющих веществ и норм по химическому, биохимическому потреблению кислорода (рис. 30), по заложенным почвенным разрезам – загрязнение почв по суммарному показа-

телю загрязнения почв и превышение фоновых значений по элементам (рис. 31).



Оценка природных условий жизни населения

Цифрами от 1 до 12 обозначены: внеклиматические условия: 1 — продолжительность дня и ночи; 2 — годовые суммы солнечной радиации; 3 — абсолютная высота местности; 4 — глубина расчленения рельефа; 5 — сейсмичность; 6 — заболоченность; 7 — обеспеченность поверхностными водами; 8 — обеспеченность подземными водами; 9 — естественное озеленение; 10 — природные условия отдыха и оздоровления; 11 — наличие кровососущих насекомых; 12 — наличие болезней с природной очаговостью; ∑1-12 – средняя оценка совокупности внеклиматических условий.

Климатические условия: 13 — эффективные эквивалентные температуры января; 14 — эффективные эквивалентные температуры июля; 15 — теплоощущение человека зимой; 16 — теплоошущение человека летом; 17 — температурный режим зимы; 18 — температурный режим лета; 19 — продолжительность экстремального периода; 20 — продолжительность безморозного периода; 21 — продолжительность отопительного периода; 22 — годовые амплитуды среднесуточных температур; 23 — сумма температур за вегетационный период; 24 — продолжительность пасмурного периода; 25 — продолжительность периода с осадками; 26 — продолжительность периода со снегом; 27 — сила ветра; 28 — среднегодовая продолжительность метелей; ∑13-28 — средняя оценка совокупности климатических условий

Рис. 29 Способ локализованных диаграмм, отображающий параметры природной среды по ключевым точкам (местностям-ключам). Карта оценки природных условий жизни населения СССР, О.Р. Назаревский, 1984 [Геоэкологическое…, 2009]

У способов значков и локализованных диаграмм есть общая черта: рисунки, выражающие количественные и качественные особенности объектов, на карте оказываются привязанными к точке. Однако при использовании способа значков этой точкой является пункт фактической локализации явления, а при использовании способа локализованных диаграмм – пункт наблюдения за явлением (метеостанция, гидропост), распространенным более широко или повсеместно [Стурман, 2019].

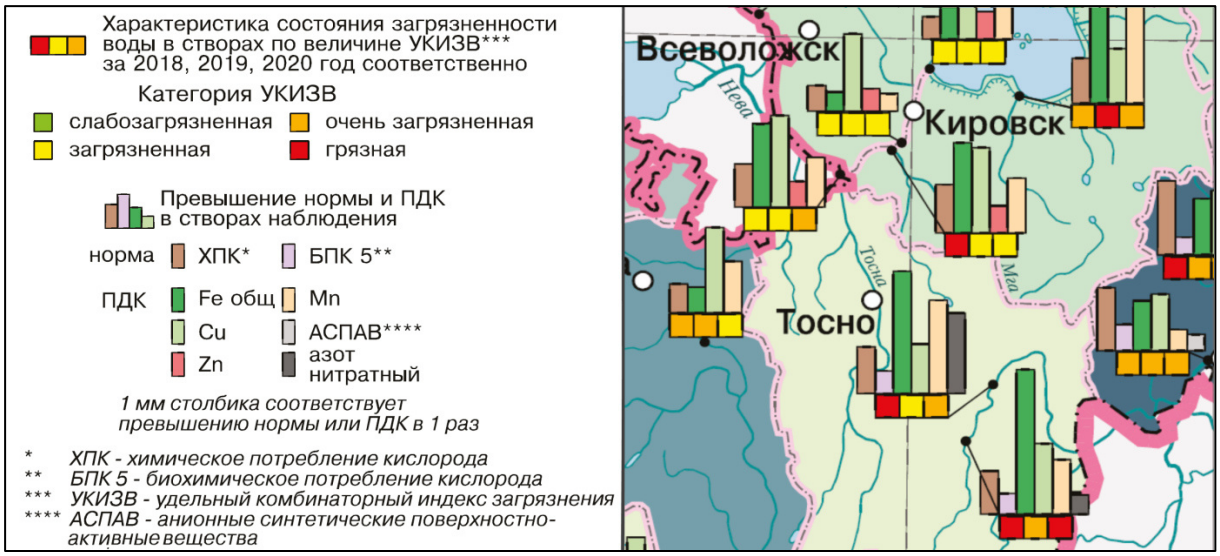


Рис. 30 Способ локализованных диаграмм, отображающий состояние загрязненности воды в створах [Атлас Ленинградской области, 2022]

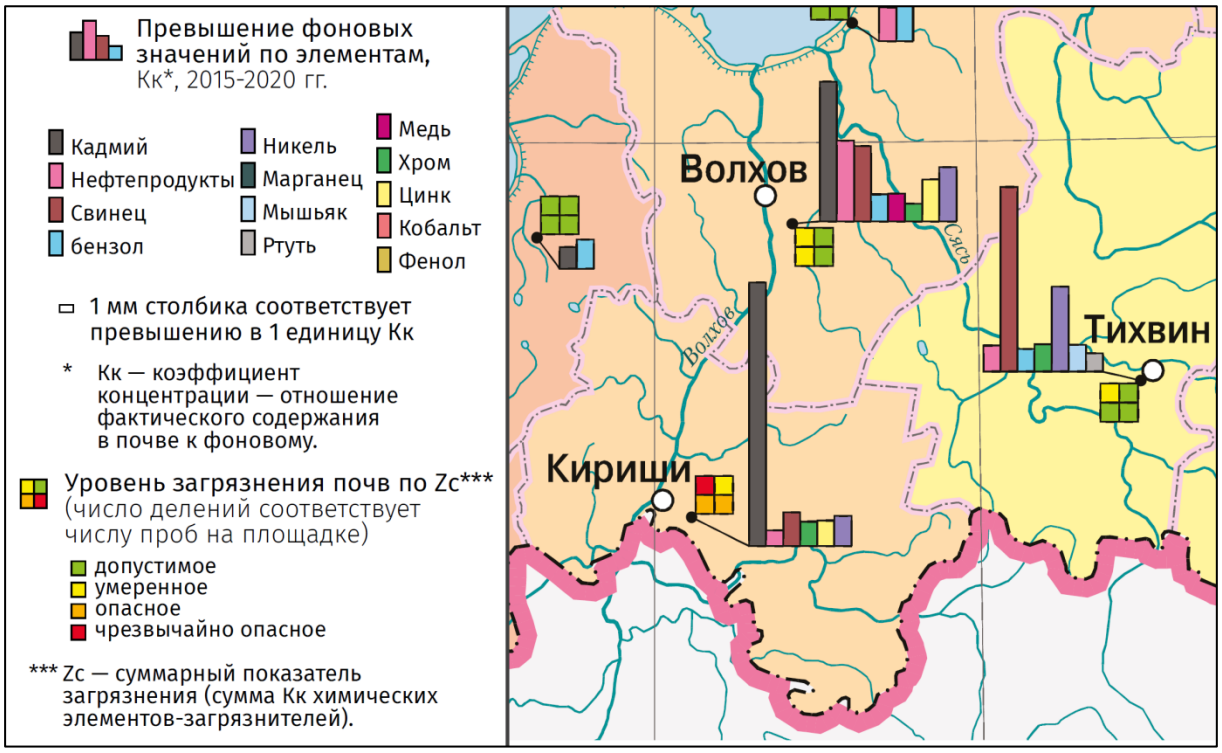


Рис. 31 Способ локализованных диаграмм, отображающий состояние загрязнения почв по пробным площадкам [Атлас Ленинградской области, 2022]

Точечный способ

Точечный способ – способ изображения на карте рассредоточенных (рассеянных) объектов или явлений множеством точек одинакового размера, имеющих определенный «вес» - значение количественного показателя,

и располагаемых соответственно его размещению и концентрации. Например, при размещении сельского населения одна точка соответствует фиксированному количеству жителей, при размещении скота – определенному количеству голов, при размещении посевных площадей – установленной площади посевов и т.д. (рис. 32).

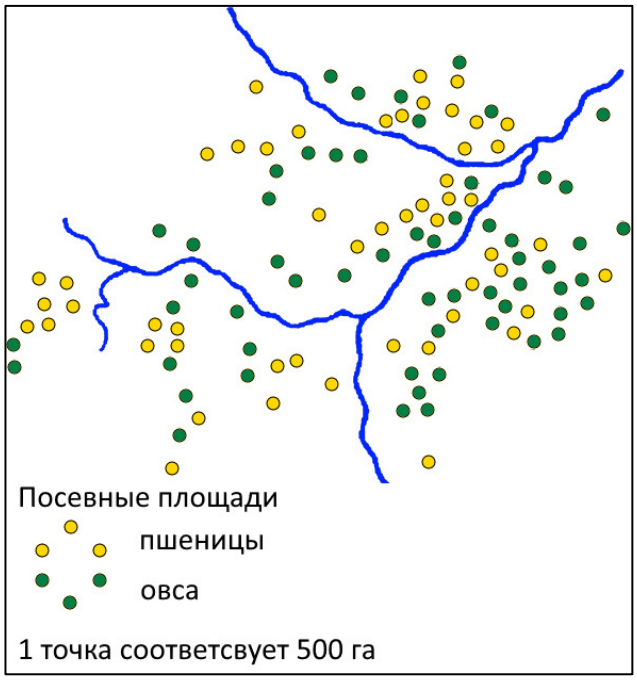


Рис. 32 Точечный способ, отображающий размещение и структуру посевных площадей

Этот способ обязан появлением врачу Дж. Сноу, который в 1855 г. составил точечную карту смертности от холеры в одном из районов Лондона. На этой карте он показал также размещение водозаборных колонок, что позволило ему сделать заключение о связи между распространением холеры и качеством воды. Позже, в 1869 г., точечный способ был применен на карте размещения населения майори (вес точки — 100 человек) в Новой Зеландии (Атлас сельского хозяйства Австралии). В XIX в. точечный способ получил широкое распространение в Российской империи и Европе. Этим способом составлены многочисленные демографические и сельскохозяйственные карты. Точки расставляли в местах реального размещения картографируемых объектов. В России, как отмечал Н.Н. Баранский, точечные карты появились в конце 30-х гг. XX в. [Баранский, 1939; Январева, 2011]

Количественный показатель картографируемого явления, который соответствует одной точке, называется «весом точки». Он может быть как постоянным, так и переменным (например, крупной точке будет соответствовать 100 га посевов, средней – 50 га, мелкой – 10 га).

Сложен вопрос с выбором веса точки, так как при малом весе точки сливаются в пятно, исключающие их подсчет, а при большом – каждая

точка «стягивает» в себя явления, расположенные иногда на значительном удалении от точки. Поэтому вес точки приближают к наиболее часто встречаемому значению, а именно – к среднеарифметическому значению или моде. Также можно определять вес точки, исходя из возможного количества точек, размещаемого на данной площади.

Чаще всего вес точки определяют опытно-графическим путем. Для этого точки определенного размера расставляют с заданной густотой в пределах района с минимальной площадью и максимальным картографируемым показателем. Далее вес точки рассчитывается по формуле:

$$P = A / N, \quad (2)$$

где P – вес точки;

A – максимальное значение картографируемого показателя;

N – количество точек в районе с минимальной площадью и максимальным показателем картографирования.

Затем рассчитывают число точек для всех остальных районов. При этом используют формулу

$$ni = Ai / P, \quad (3)$$

где ni – количество точек, расставляемых в каждом отдельном районе;

Ai – количественное значение картографируемого показателя в отдельном районе;

P – вес точки.

Вместо точек можно размещать на карте другие геометрические фигуры (треугольники, квадраты и т. д.), но поскольку кружки смотрятся наиболее компактно, то точки другой формы встречается редко. Обычно такой прием используют, когда на карте изображают точечным способом несколько различных явлений (например, показ городского и сельского населения), а использовать точки разных цветов нет возможности. При этом картографируемые явления должны не перекрываться друг с другом, в противном случае две системы точек будут накладываться, что резко ухудшит читаемость карты.

Точечный способ позволяет передать динамику явлений в пространстве и времени. Для этой цели применяют точки разных, хорошо отличающихся друг от друга цветов. Например, прирост посевных площадей за определенный период времени (по разным годам) можно показать несколькими системами точек разных цветов.

Важно, чтобы каждая принятая фигура - точка, ромбик, квадратик, треугольник и т.д. – имела «вес», значение которого было указано в легенде карты. Отсутствие «веса» точки в легенде говорит о том, что использован не точечный способ, а способ ареалов.

Существует два подхода расстановки точек на карте - статистический и географический. При статистическом подходе точки расставляются

равномерно по всей площади, где явление распространено. Поэтому невозможно определить действительное размещение явления. Географический подход расстановки точек на карте позволяет легко определить область размещения явления и подсчитав число точек в данном месте, определить его интенсивность.

В силу своей загруженности мелкими точками карты, составленные точечным способом, весьма сложны для чтения. Поэтому их общегеографическая основа должна быть максимально упрощенной. В особенности следует избегать пунсонов и надписей [Радченко, Николаева, 2018].

Существует модификация точечного способа - “масштабные точки” (площадь точки в масштабе карты равна ее весу). Если точки, например, показывают пахотные земли, то такая модификация наиболее реально передает степень земледельческой освоенности территории, так как точки занимают на карте реальную площадь под пашней. Другой вариант точечного способа — процентноточечный, когда точка означает не абсолютную величину, а процент. В территориальной единице учета точки размещают по географическому варианту. Эта модификация точечного способа позволяет работать не только с абсолютными, но и с относительными количественными данными [Январева, 2011].

В экологическом картографировании возможно использование точечного способа для показа распространения редких и охраняемых либо опасных для человека биологических видов [Стурман, 2019].

Вопросы для самоконтроля

1. Что объединяет следующие способы картографических изображений: изолинии, локализованные диаграммы, точечный?
2. Для чего применяется послойная окраска между изолиниями, как осуществляется при этом подбор цветов?
3. Какие экологические показатели изображаются изолиниями?
4. Приведите примеры собственных названий изолиний, применяемых в экологическом картографировании?
5. Почему изобретение способа изолиний стало великим достижением картографии?
6. По каким правилам осуществляется подписывание горизонталей?
7. Какие показатели передаются способом локализованных диаграмм?
8. В чем принципиальное отличие между способом структурных значков и способом локализованных диаграмм?
9. Какие показатели передаются точечным способом?
10. Как называется количественный показатель картографируемого явления, который соответствует одной точке?
11. В чем заключается модификация точечного способа «масштабные точки»?

2.4. СПОСОБЫ КАЧЕСТВЕННОГО И КОЛИЧЕСТВЕННОГО ФОНА

Способ качественного фона

Способ качественного фона применяют для показа качественных различий явлений сплошного распространения по выделенным районам, областям или другим единицам территориального деления. Этот способ самым тесным образом связан с классификационным подразделением территории, ее дифференциацией по какому-либо признаку, с типологическим районированием, например с выделением районов сельскохозяйственной специализации, ландшафтов, типов почвенного покрова, растительных ассоциаций.

В качестве графических средств используют цвет (цветовой фон) или штриховку (штриховой фон). Иногда на картах совместно применяют оба эти средства, так, на почвенной карте генетические типы почв дают цветовым фоном, а механический состав их — наложенным поверх цвета штриховым фоном. В некоторых случаях, когда границы между выделенными районами нечеткие, а смена качеств происходит постепенно, допускается перекрытие двух качественных фонов, и на карте появляется как бы «чересполосица» или «шашечная» окраска.

Карты, составленные способом качественного фона, нередко сопровождаются сложными легендами, представляющими собой классификации и включающими многие десятки видов и разновидностей обозначений. Для удобства идентификации подразделений качественного фона его сопровождают индексами, которые проставляют на карте и в легенде [Берлянт, 2002].

Время возникновения способа качественного фона относится к далекому прошлому. Вероятно, первое его применение — кадастровые планы, которые составлялись с момента появления частной собственности на землю и служили основанием для взимания налогов с землевладельцев. В конце XIX и в XX в. способ качественного фона приобрел совершенно иное назначение — он стал главным способом карт природы, картографическим языком, передающим идеи, гипотезы, типологии и классификации, инструментом изучения взаимосвязей и взаимообусловленностей компонентов природной среды на базе системного подхода. В XVIII - XIX вв. появились первые тематические карты природы: минералогические (1726), петрографические (1784—1794); геологические (1824); геоморфологические (1886); почвенные (1851); растительности (1895) [Январева, 2011].

Составление тематической карты способом качественного фона выполняется в следующей последовательности:

1. Разрабатывается классификация изображаемых явлений.
2. В соответствии с разработанной классификацией картографируемая территория разбивается (районируется) на качественно однородные участки и на карту наносятся их границы.

3. Выделенные на карте участки окрашивают (или заштриховывают) установленным для данного типа или класса цветом (или штриховкой|), соответствующим градации разработанной классификации.

Разработка классификации при создании тематической карты - это сложная и ответственная задача. Исходя из классификаций картографируемых явлений, различают следующие подвиды качественного фона:

-элементарный качественный фон (когда градации классификации выделяются по одному признаку);

-синтетический качественный фон (когда градации классификации выделяются по совокупности признаков).

В зависимости от признака, заложенного в основу классификации явления, встречаются типологические и таксономические легенды.

Типологические легенды характеризуют явление одного ранга. Например: гранит, базальт, свинец, известь - это горные породы, но все они стоят на одной ступени. Другой пример - равнозначные типы климатов.

Таксономические легенды применяются для отображения явлений разного ранга, которые стоят на разных «ступеньках» классификации. Например: страна - провинция - ландшафт - урочище - фация [Радченко, Николаева, 2018].

Качественный фон должен показывать всю площадь распространения явлении; в легенде оговаривается площадь, где это явление отсутствует; разделение цвета и оттенков должно быть смысловым, логичным, соответствовать принятой классификации. При подборе цветов сходным в качественном отношении типам явлений или объектам дают близкие цвета. Для некоторых карт, выполняемых способом качественного фона (например, геологических), разработаны стандартные шкалы цветов.

В экологическом картографировании способ качественного фона - один из самых употребительных. Он образует основное содержание на картах оценки экологических ситуаций, используется на комплексных экологических картах для показа распространения ландшафтов, характера их использования и экологического потенциала (рис. 33) и т. п.

Ландшафты имеют разную устойчивость к антропогенным нагрузкам и разную способность к восстановлению, поэтому такая информация полезна для решения вопросов мониторинга, прогноза и охраны [Стурман, 2019; Колесников, Сладкопевцев, 2018].

Способ количественного фона

Способ количественного фона применяют для передачи количественных различий явлений сплошного распространения в пределах выделенных районов. Подобно качественному фону он всегда сопряжен с районированием, но по количественному признаку. Окраска или штриховка выполняются по шкале, т.е. интенсивность возрастает или убывает в соот-

ветствии с изменением признака [Берлянт, 2002]. Примерами использования количественного фона могут служить карты запасов гидроресурсов в речных бассейнах, карты районирования территории по степени вертикального или горизонтального расчленения рельефа, карты содержания гумуса в почвах (рис. 34) и т.п.

Рис. 33 Способ качественного фона для показа экологического потенциала ландшафтов [Экологический атлас, 2015]

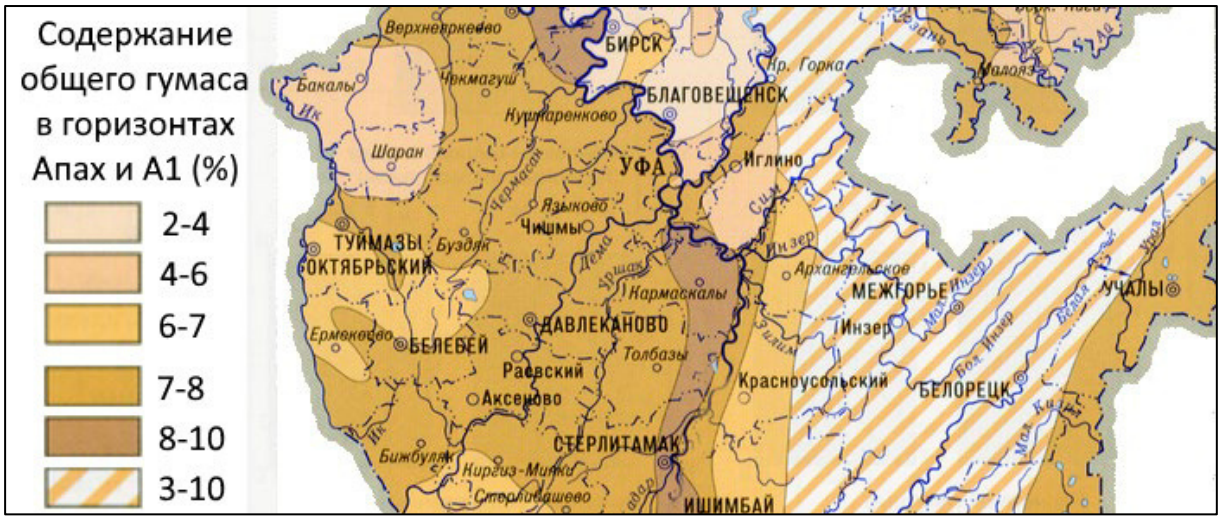


Рис. 34 Способ количественного фона, с помощью которого показано содержание общего гумуса в горизонтах [Атлас…, 2005]

Существуют два способа составления карты способом количественного фона. Первый способ заключается в следующем. Предварительно выполняется подразделение территории по определенным структурным линиям (например, по бассейнам рек). Затем для каждого выделенного участка территории определяются значения картографируемого показателя (например, модуля стока). В зависимости от этих значений каждый уча-

сток относится к соответствующей ступени принятой шкалы и окрашивается (заштриховывается) в соответствующий цвет. Интенсивность окраски (штриховки) изменяется с возрастанием или убыванием величины картографируемого показателя.

Второй способ заключается в определении значений количественного показателя (например, крутизны склонов) по всей площади карты и проведении границ участков, относящихся к различным ступеням принятой шкалы. Этот путь целесообразен при использовании математико-статистических методов, компьютерной техники и различных ГИС [Радченко, Николаева, 2018].

Способ количественного фона в некоторых работах рассматривается в качестве самостоятельного способа, однако вопрос о его статусе остается дискуссионным. В содержательном отношении этот способ должен быть аналогичен способу качественного фона с тем отличием, что применяется для показа количественных характеристик. Однако в природе практически отсутствуют такие явления, которые имели бы одинаковые количественные значения в пределах каких-то контуров и резко меняли их на границах.

Областью приложения количественного фона обычно считают морфометрическое картографирование. Но морфометрические характеристики (глубина и густота расчленения и др.) в пределах территориальных единиц являются либо абсолютными, либо относительными. Территориальные единицы, для которых эти характеристики определяются, всегда имеют условные границы и внутренне неоднородны. Те же особенности обычно составляют предмет изображения картодиаграмм, но традиционно этот способ (так же, как и картодиаграммы) принято связывать только с социально-экономическими характеристиками. Тогда получается, что количественный фон - аналог картограмм, но применяемый к физико-географическим характеристикам, что нелогично [Стурман, 2019].

Возможно сочетание качественного и количественного фонов.

Вопросы для самоконтроля

1. Для показа каких явлений используются способы качественного и количественного фона? В чем между ними различия?
2. Почему в экологическом картографировании способ качественного фона является одним из самых употребительных?
3. Охарактеризуйте подвиды качественного фона.
4. Почему вопрос о статусе количественного фона как самостоятельного способа картографического изображения является дискуссионным?
5. В чем заключаются сходства и отличия качественного фона и способа ареалов?

2.5 КАРТОГРАММЫ И КАРТОДИАГРАММЫ. ПСЕВДОИЗОЛИНИИ. КАРТЫ-АНАМОРФОЗЫ

Общие сведения

Картограммы, картодиаграммы, псевдоизолинии — способы, передающие распределение объектов по территориальным ячейкам статистического учета и количественную характеристику. Новая группа способов стала формироваться к середине XIX в. Она базировалась на количественных данных статистического учета и пришла в географию от статистиков, которые искали методы пространственного представления статистических данных.

Функция первых статистических способов — способов картограммы и картодиаграммы — передача интенсивности и величины картографируемых объектов и явлений, отнесенных к территориальным единицам учета. Такими пространственными единицами учета являются политические, административные и хозяйственные (лесхозы, сельскохозяйственные предприятия) единицы. Они никак не связаны с типами локализации объектов картографирования, тип локализации отображаемого явления может быть любым - точечным, линейным, сплошным, рассеянным, ограниченным по площади, но графическая интерпретация «привязывает» количественную информацию к ограниченной площади территориальных единиц учета. Поэтому эти способы можно использовать для передачи количественных характеристик любых явлений и объектов.

А. Робинсон в статье о ранних тематических картах предположил, что первые картограммы появились в 1836 г. [Robinson, 1982]. Они показывали распространение эпидемиологических заболеваний и санитарное состояние в городах Франции. Единицей статистического учета на картограммах был департамент. В 1899 г. почти одновременно с картограммой в “Сельскохозяйственный атлас” Бельгии была включена карта, составленная способом картодиаграммы. И картограммы, и картодиаграммы широко использовали и используют в социально-экономическом картографировании до сих пор. В России с конца XIX в. ни один атлас не обходился без блока картограмм (“Хозяйственно-статистический атлас России”, 1851; “Финансово-статистический атлас России”, 1914; “Атлас промышленности России, 1929) и т.д. Несколько позднее в социально-экономическом картографировании стали использовать и способ изолиний, благодаря которому строили условные поля явлений любой локализации. Основой способа, названного способом псевдоизолиний (в отличие от способа изолиний), также служат статистические данные, отнесенные к территориальным единицам учета [Январева, 2011].

Картодиаграммы

Картодиаграмма — это способ изображения абсолютных статистических показателей по единицам территориального деления (субъектам, административным районам, провинциям, хозяйственным единицам и т. п.), посредством диаграмм и графиков, размещаемых внутри этих единиц. Поэтому на картах, составленных способом картодиаграмм, обязательно изображаются границы единиц территориального деления. Способ широко распространен, так как многие статистические данные обрабатываются не по отдельным населенным пунктам или объектам, а суммарно по территориальным единицам. Использование картодиаграммы позволяет как бы пространственно локализовать статистические данные (рис. 35).

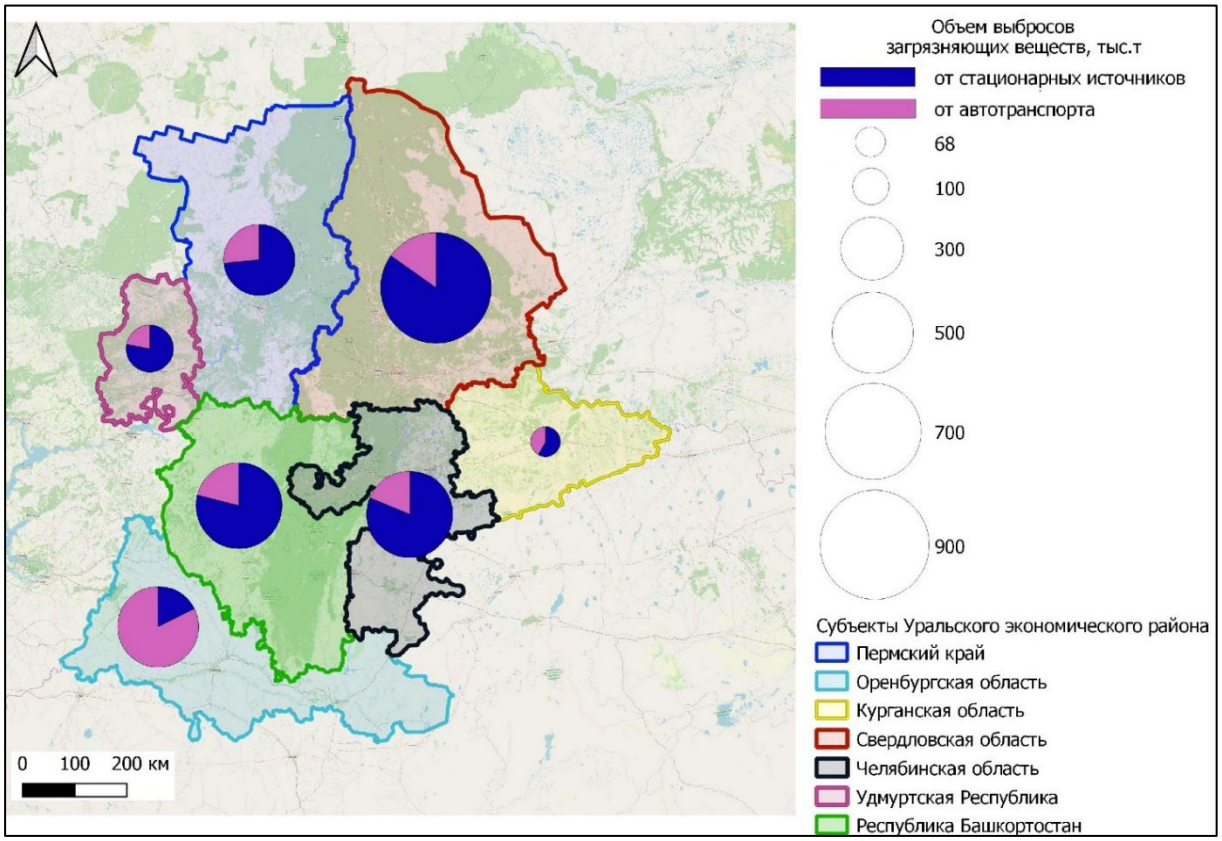


Рис. 35 Способ картодиаграмм, с помощью которого показан объем выбросов загрязняющих веществ по субъектам Уральского экономического района за 2020 год [Иванова, 2022]

Обычно в качестве диаграммных фигур используют простейшие геометрические фигуры, так как их удобнее сопоставлять между собой по величине. Различают линейные (столбчатые), площадные и объемные диаграммы. В линейных диаграммных фигурах высота (длина) столбика пропорциональна величине показателя, в площадных (квадратах, кругах и т. п.) — площадь диаграммы пропорциональна показателю, в объемных (кубах, шарах и т. п.) используется кубическая зависимость.

Диаграммные фигуры могут быть структурными, если их делят на части в соответствии с составом (структурой) отображаемого показателя. Например, диаграмма выбросов загрязняющих веществ по субъектам страны может быть разбита на части, каждая из которых соответствует доле от стационарных или передвижных источников.

Для показа структуры могут быть использованы и другие фигуры. Применяют также двухмерные и трехмерные диаграммы, отображающие два или три независимых, но взаимосвязанных показателя. Диаграммные фигурки, также как значки и линии движения, могут быть построены и в ступенчатой равно-и неравноинтервальной шкале.

Для способа картодиаграмм разработано большое число модификаций:

Венский способ (способ равнозначных фигур) - в территориальной единице размещают не один, а несколько диаграммных знаков одинакового размера, означающих одну и ту же количественную величину. Знаки группируют в ряды или геометрические фигуры. В венском способе для наглядности применяют натуралистические или символические значки, которые собираются в пятерки или десятки (рис. 36 а).

Способ разменной монеты заключается в использовании нескольких знаков разного размера, подобно разновесным точкам в точечном способе (рис. 36 б)

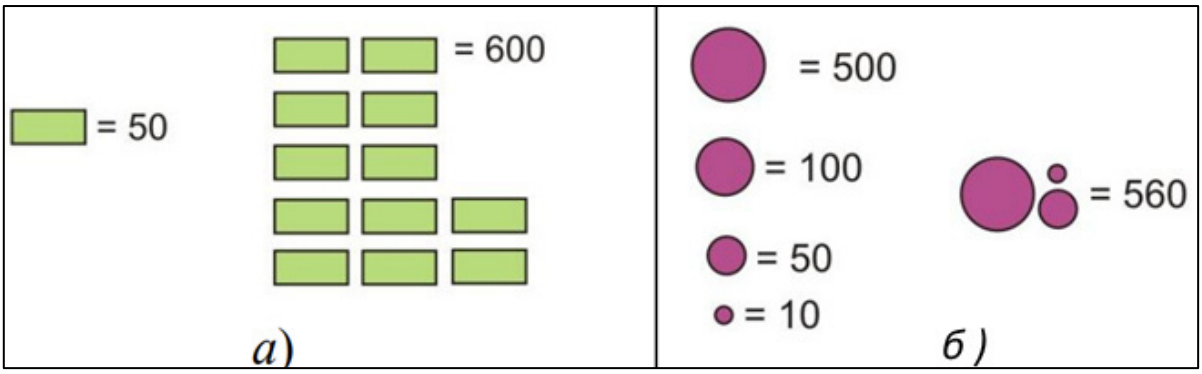


Рис. 36 а) способ равнозначных фигур (венский способ); б) способ «разменной монеты»

Квадратная (вафельная) диаграмма - представляет из себя квадрат размером 10х10 ячеек, где 1 ячейка соответствует одному проценту из 100. Размер общего квадрата задается в соответствии с суммарной величиной отображаемого явления, например, объем уловленных очистными сооружениями выбросов. Цвет клеток показывает их структуру, например, обезвреженных и необезвреженных (рис. 37).

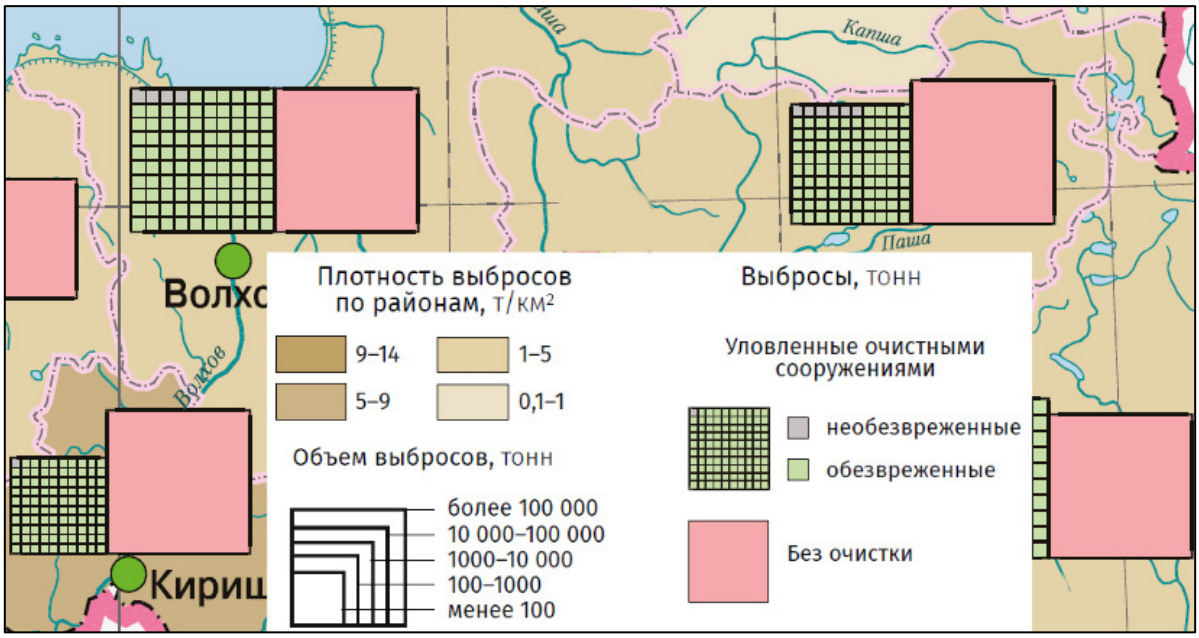


Рис. 37 Квадратные диаграммы, отображающие объем выбросов, в т.ч. без очистки, обезвреженные и необезвреженные [Атлас Ленинградской области, 2022]

Способ Варзара предложен профессором В.Е. Варзаром в 1925 г. Знак Варзара представляет собой прямоугольник, у которого один сомножитель принят за основание, другой – за высоту, а вся площадь равна произведению. Например, произведение посевной площади и урожайности дает валовой сбор. Если в прямоугольнике одну сторону брать пропорционально посевной площади, а другую – урожайности, то площадь прямоугольника и представляет собой знак Варзара, т.е. валовой сбор.

Кольцевая диаграмма – это диаграмма в виде кольца, разделенного на секторы. Можно отобразить данные в виде разрезанной кольцевой диаграммы, переместив все сектора на одинаковое расстояние от сектора. Возможно также создание сложных кольцевых диаграмм, состоящих из нескольких рядов данных. Каждое кольцо демонстрирует дополнительное измерение данных (например, время), которое отражает свойство конкретной территориальной единицы. Таким образом, кольцевая карта не только показывает привязку к географическому положению, она включает информационные графики, которые могут аккумулировать и представлять несколько типов данных, хорошо организованных за счет простоты и ясности карты (рис 38).

Существуют общие правила визуализации экологических данных в виде графиков и диаграмм. Во-первых, нужно выбрать правильный тип графика. Главная цель карты- упростить и ускорить восприятие информации. Выбранный формат и тип графика должны этому способствовать. а не мешать.

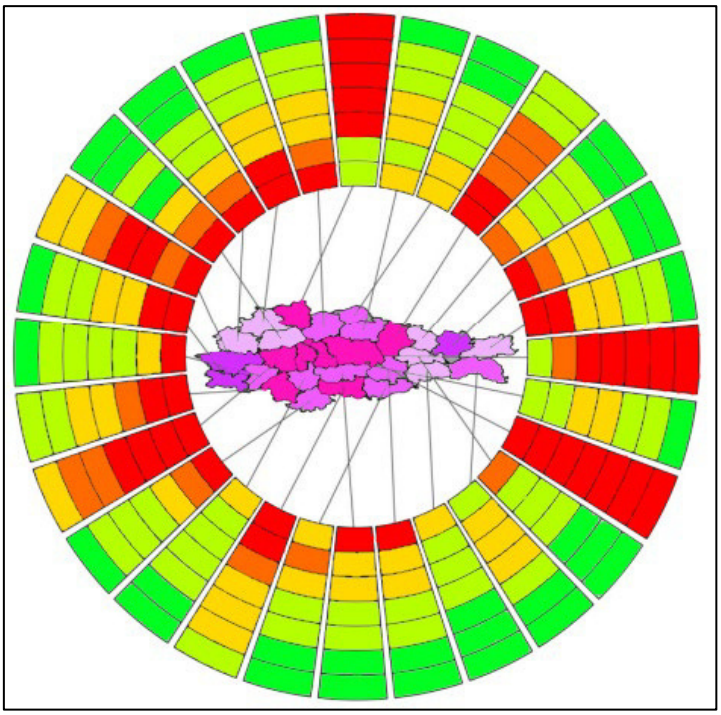


Рис. 38 Кольцевая диаграмма, с помощью которой можно показать динамику экологического показателя по годам для единиц административного деления

Например, если в круговой диаграмме больше 3-5 значений, график становится нечитаемым, и лучше выбрать другой тип графика. Также примером неудачного использования круговой диаграммы, является случай, когда сумма категорий не равна 100%. Это грубейшая ошибка, так как данные в таком случае искажаются. Во-вторых, не менее важно следить, чтобы не нарушались общепринятые стандарты. Временные оси (года, месяца, кварталы) всегда должны располагаться горизонтально слева направо, это интуитивно понятно. Если же их расположить вертикально сверху вниз, это будет сильно затруднять понимание.

Дизайн не должен препятствовать пониманию или искажать данные. Лучше избегать бесполезных элементов, таких как градиенты, тени, эффекты 3D. Они только отвлекают внимание читателя от сути сообщения. График не становится красивым и внушительным от того, что он нарисован объёмным. Более того. 3D-графики могут вызвать оптический обман. В круговой 3D диаграмме появляются искажения, связанные с объёмом части диаграммы и с перспективой. Необходимо помнить: если визуализация выполнена красиво, это ещё не значит, что она выполнена качественно. Принципы хорошего дизайна: ясность, простота и минимализм [Пугачева, 2021].

По внешнему виду картодиаграмма весьма напоминает значковый способ. Но по сути они сильно различаются. Значки показывают положение объектов и не связаны с территориальными единицами, они должны быть точно локализованы. Картодиаграмма отражает значение определен-

ного показателя в границах территориального деления и без ущерба для смысла может быть достаточно свободно размещена внутри данной территориальной единицы [Фокина, 2005].

В экологическом картографировании способ картодиаграмм употребляется чрезмерно широко, особенно в официальных изданиях. С его помощью можно отобразить на карте объемы и состав выбросов и сбросов, количество и структуру отходов, объемы внесения и номенклатура удобрений и пестицидов, структуру заболеваемости и другие экологические показатели по единицам территориального деления.

Данный способ предназначен для картографирования абсолютных статистических показателей, которые берутся непосредственно из статистической экологической отчетности и не требуют проведения дополнительных вычислений. Поэтому для составления карты способом картодиаграмм необходимы следующие исходные данные: статистическая таблица (абсолютный ряд показателей картографируемого явления); границы территориальных ячеек, к которым относятся эти статистические данные (как правило, это границы административного деления территории).

Для повышения объективности возможно применение уточненных картодиаграмм, когда диаграммный знак ставят не в центре территориальной единицы учета, а там, где наиболее распространен объект картографирования.

Картограммы

Картограмма (хороплет) - это способ изображения относительных показателей по единицам какого-либо территориального деления, не связанным с действительным распространением этого явления в природе. Например, валовый внутренний продукт на душу населения по странам, средняя плотность населения по субъектам Российской Федерации, число случаев заболевания на тысячу человек по административным районам и т. д. Как видно из примеров, это всегда расчетные показатели. В первом случае, общий валовой продукт, деленный на число жителей, во втором случае — число жителей каждого субъекта на их площадь, в третьем случае – число случаев заболевания, умноженное на тысячу и деленное на число жителей каждого административного района.

В отличие от способа картодиаграмм, картограммы строятся по относительным показателям, которые вычисляются для каждой территориальной единицы путем деления друг на друга двух абсолютных показателей, полученных на эту же территорию.

Относительный пространственный ряд – это результат деления одного абсолютного ряда на другой.

A_1, A_2, A_3, A_4…An – абсолютный пространственный ряд;

B_1, B_2, B_3, B_4…Bn – абсолютный пространственный ряд;

A_1/B_1, A_2/B_2, A_3/B_3, A_4/B_4…An/Bn – относительный пространственный ряд.

Часто картограммы строятся по таким относительным показателям, как плотность, процент, доля, отношение, индекс и т.п (рис. 39).

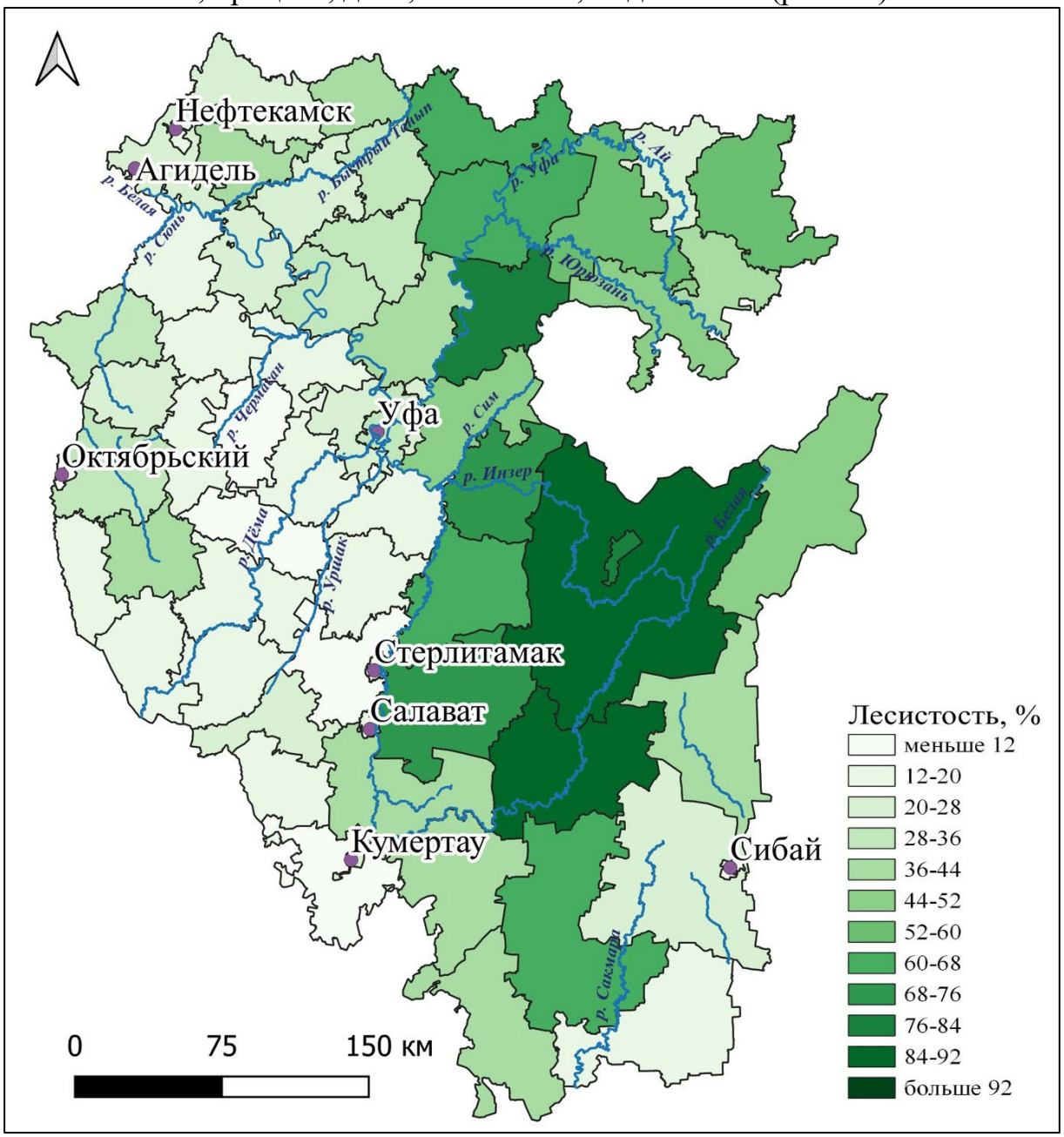


Рис. 39 Способ картограмм - процент лесистости по административным районам Республики Башкортостан

Для показа распределения этих относительных показателей строят ступенчатую (интервальную) шкалу интенсивности и каждую территориальную единицу (страну, субъект страны, административный район и др.) раскрашивают или штрихуют в соответствии с той ступенью шкалы, показатель картографируемой единицы которой соответствует. Разбивка относительного ряда на ступени в ступенчатой шкале может производиться

любым из известных способов, но так, чтобы ряд наилучшим образом передавал характер распределения показателей, а картограмма не была монотонной По цвету или насыщенности цвета (или штриховки) на карте можно судить об интенсивности картографируемого явления.

При составлении картограмм очень важен вопрос выбора (разработки) шкалы, т. е. определения количества ступеней и границ ее интервалов. Здесь важно учитывать целый ряд факторов: специфику региона, назначение карты, характер картографируемого явления и его амплитуду (разность между максимальным и минимальным значением показателя) в пределах картографируемой территории (статистический ряд показателей), качество самих исходных данных и др. Кроме того, следует учитывать возможности полиграфии воспроизводить, а человеческого глаза различать оттенки цветов. Опыт показывает, что количество оттенков легко различаемых читателем составляет примерно шесть - восемь, значит и число ступеней в шкале картограммы не должно превышать это число.

Группировать значения картографируемого показателя можно используя следующие методы группировки: естественных интервалов, равных классов (квантилей), равных интервалов, стандартных отклонений.

В методе естественных интервалов выделяют группы, которые свойственны анализируемым данным. Отмечают естественные скачки в значениях показателей. Задание оптимального числа классов и их границ основывается только на близости значений в группе и максимальной разнице значений между группами. Этот метод хорошо подходит для классификации неравномерно распределенных данных.

При использовании равных классов (квантилей) устанавливают число объектов, относящихся к классу: каждый класс содержит одинаковое число объектов (классы равновеликие). При слишком маленьком указанном числе объектов результаты получаются, как правило, неудовлетворительными. Могут также возникать ситуации, когда объекты с близкими значениями оказываются в разных классах.

Метод равных интервалов заключается в разбивке значений показателей на равные по размеру интервалы — каждый класс имеет одинаковый диапазон значений. При неравномерном распределении объектов может оказаться, что некоторые классы не будут содержать объектов.

Метод стандартных отклонений основан на определении статистических параметров: определяют минимальное и максимальное значения признака, число объектов (n + 1), общую сумму значений показателя $\sum$ и среднее ($\sum$/n + 1), сумму квадратов отклонений от среднего — дисперсию σ и стандартное отклонение D = $\sqrt{\sigma}$. Границы классов устанавливают с шагом 0.25D, 0.5D, D и 3D по обе стороны от среднего значения. Этот метод подходит для отображения показателей, большая часть значений которых близка к среднему значению, т. е. их распределение близко к нормальному [Лурье, 2010].

Можно строить шкалы и в других зависимостях, но в любом случае лучшими будут те, в которых на каждую ступень приходится примерно одинаковое количество картографируемых территориальных единиц. Многие компьютерные программы, как графические, так и ГИС позволяют строить картограммы автоматически. Однако, принципы построения шкал при этом выбирает исполнитель. При всем богатстве «ума» компьютер делает это формально, и он не может оценить качество предложенной шкалы [Фокина, 2005].

Таким образом, способ картограмм передает не точное размещение каких-либо объектов, а распространение относительных показателей в сетке территориальных границ.

Достоинством картограммы является простота ее построения и наглядность. Но она не показывает различий в интенсивности явления внутри территориальных единиц, которые могут быть весьма велики. Поэтому, чем мельче территориальные ячейки, тем точнее и правдоподобнее будет карта. Более объективными являются картограммы при увеличении дробности территориального деления, например при переходе от стран к областям, от областей к районам. Еще более объективной картограмма становится при переходе от административного (искусственного) деления к естественному районированию.

Существуют два способа уточнения картограммы: аналитический и графический.

Аналитическое уточнение состоит в сужении знаменателя относительного ряда при его вычислении. Пример: рассчитывают процент посева зерновых культур не ко всей площади района, а только к пахотнопригодным землям.

Графическое уточнение состоит в том, что из фона картограммы исключается и не окрашивается та территория, где картографируемое явление не существует. Например, статистические показатели, полученные по административным районам, относят только к ареалам их действительного распространения, например, плотность населения, показывают только в обжитых районах. Для этого необходимо иметь подробную общегеографическую основу и проделать дополнительную работу [Радченко, Николаева, 2018].

Стремление уточнить картограмму и не связывать ее с сеткой территориальных границ привело к составлению картограмм в сетке произвольных мелких квадратов или гексагонов (геометрически правильные сетки), а также к разработке метода «скользящего кружка». В этом случае относительный показатель определяется на рабочей карте, разбитой на заданные геометрические фигуры. Для каждой фигуры рассчитывается свое значение показателя, в зависимости от разброса значений выбирается та или иная шкала и выполняется окраска ячеек в разные оттенки (рис. 40).

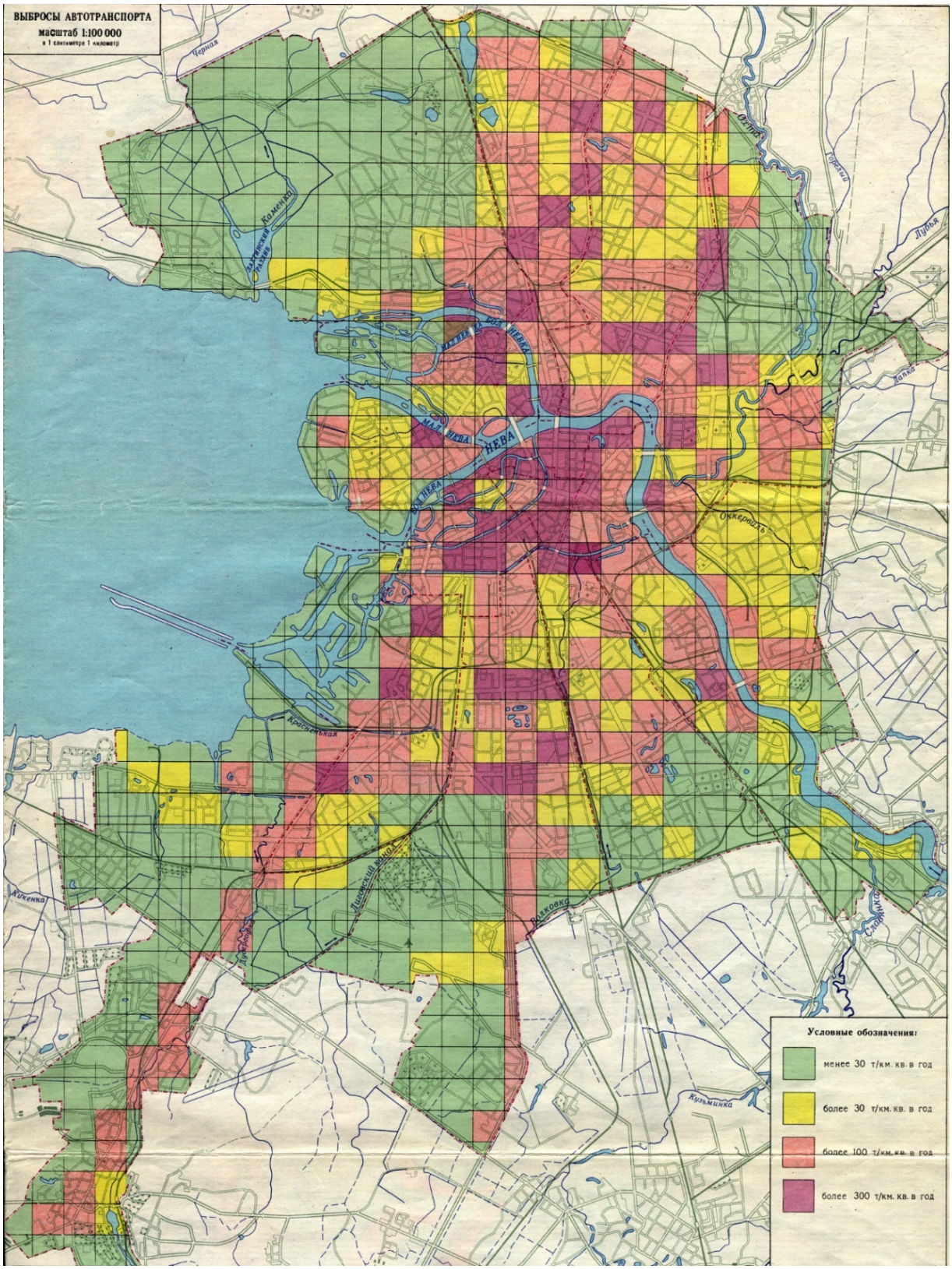


Рис. 40. Картограммы выбросов автотранспорта по геометрически правильным сеткам [http://radon-and-life.narod.ru/map/spb_transport_emissions_map.jpg]

При этом на границе территориальных ячеек неизбежно будут наблюдаться свойственные картограмме «скачки» картографируемого показателя, хотя в реальности количество картографируемого явления, как правило, изменяется постепенно.

Стремление избавиться от этого недостатка привело к способу непрерывной картограммы. В этом способе изменения в плотности явления передаются изменением не окраски или штриховки, а расстояния между площадными значками, которое вычисляется по формуле:

$$l = \sqrt{k/_{\mathrm{A}}}, \tag{4}$$

где l – расстояние между значками; k – коэффициент, рассчитанный по наибольшему значению А при минимальном l; А – значение показателя.

После подбора коэффициента каждому значению показателя будет соответствовать вполне определенное значение l. Вычислением l и расставлением точек или значков на расстояние l производится устранение скачков. Этот способ очень трудоемок, но обеспечивает постепенный переход от одного участка к другому. При этом количественные характеристики будут ранжироваться не по ступенчатой, а по непрерывной шкале, отсюда и название – способ непрерывной картограммы. При использовании на карте способа непрерывной картограммы в качестве изобразительных средств применяют простейшие геометрические значки или буквенно-цифровые обозначения. Цветовой тон в качестве самостоятельного изобразительного средства не используется. В качестве основного изобразительного средства для передачи количественных характеристик используется скаляр. Его применение предусматривает систематизированную расстановку значков, выражающих качественные различия. В качестве минимального скаляра обычно используют расстояние между значками [Радченко, Николаева, 2018].

Структурная картограмма - техника ее построения довольно сложна. В каждой территориальной единице строят параллельные полосы, ширина которых пропорциональна числу процентов в структуре. Таким образом, эта модификация передает, например, структуру земельных угодий (процент пашни, природных кормовых угодий, лесов) в каждой территориальной единице. По такой карте легко построить типологическую карту комплексов земельных угодий.

Площадная картограмма дает возможность по статистическим данным с привлечением географических источников показать площадное распределение нескольких картографируемых объектов. Техника ее построения предполагает покрытие всего поля карты регулярной сеткой квадратов со сторонами выбранной величины. Число квадратов в каждой территориальной единице приравнивается к 100%. Согласно статистическим данным, в территориальной единице разным цветом или штриховкой отмечают соответствующее число квадратов, а их положение определяют по гео-

графическим источникам, так, например, составляют карты народностей, конфессий и т.д. Если два статистических показателя тесно связаны, применяется картограмма с двумя показателями, например, площадь пашни на одного человека и число человек на 1 га пашни. Связь между показателями отражает бивариационная картограмма с матричной легендой [Январева, 2011].

В легенде карты картограммы обозначаются подобно способу количественного фона. К. А. Салищев считал, что количественный фон применяется при физико-географическом картографировании, а картограмма при социально-экономическом. А. А. Лютый [2002] полагал, что картограмма строится по территориальным выделам с заранее установленными границами, а границы территориальных выделов количественного фона формируются по цензу шкалы легенды. Таким образом, чтобы отличить количественный фон от картограммы необходимо тщательно проанализировать само картографическое изображение [Батуев, 2012].

Экологические карты с применением способов картограмм и картодиаграмм довольно широко распространены, т.к. просты в создании и легки для восприятия. Однако поскольку существующие административно-территориальные границы не образуют барьеров для атмосферного переноса, представляется довольно условным осреднение пространственных показателей, характеризующих состояние одной из природных сред – атмосферы, по административно-территориальным единицам. Например, очевидно, что рассеивание выбросов, поступивших с территорий районов, не ограничивается их пределами. Таким образом, способ картограмм не позволяет учитывать миграцию загрязняющих веществ. Использование способа картограмм и картодиаграмм формирует географически некорректное представление о единице административно-территориального деления как однородном целом [Семакина, 2012; Стурман, 2019].

Несмотря на очевидные недостатки использования этого способа для показа загрязнения от точечных источников, он применяется в связи с доступностью статистической информации по административным единицам, возможностью их использования для административно-управленческих целей, достаточной простотой составления карт и возможностью автоматизации составления, что позволяет оперативно актуализировать информацию. Однако этот способ уместно использовать только при мелкомасштабном картографировании, когда множество источников на карте отобразить невозможно [Петрова, 2009].

При этом оправдано использование картограмм и картодиаграмм – как по отдельности, так и совместно - при отражении политических, юридических и общественных аспектов охраны окружающей среды, которые реализуются по странам и их регионам (рис. 41).

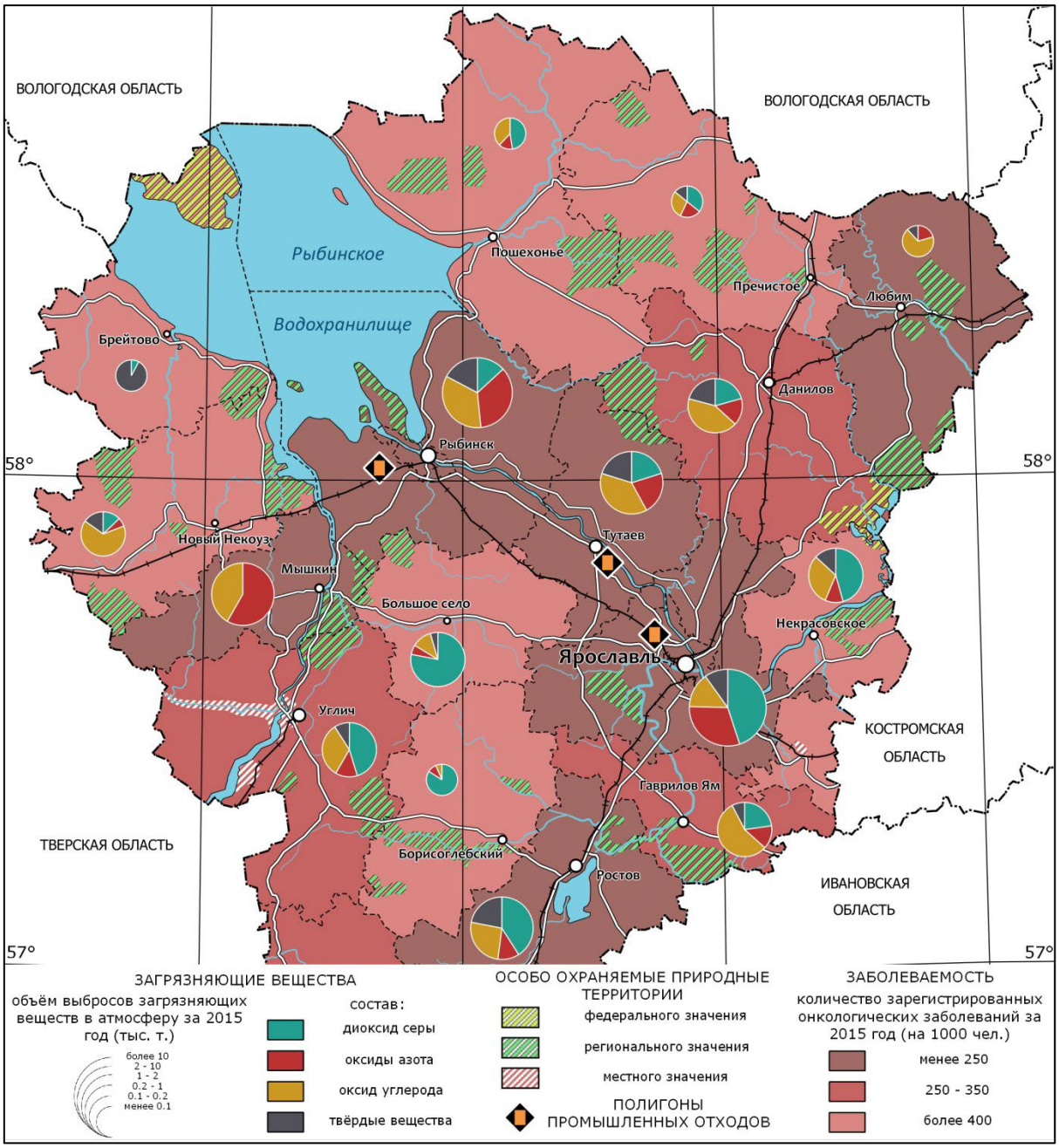


Рис. 41 Совместное применение картодиаграмм (объем выбросов загрязняющих веществ и их состав), картограмм (количество заболеваний на 1000 человек), ареалов (особо охраняемые природные территории) и значков (полигоны промышленных отходов). Карта экологической обстановки Ярославской области 2016 год. Шишмолина Е.М [http://www.etomesto.ru/]

Способ псевдоизолиний

В связи с распространением математических методов в науках о Земле метод изолиний стал использоваться для показа статистических поверхностей и полей плотностей, которые вычисляются для дискретных и рассеянных явлений, т. е. не сплошных, а изменяющихся скачками

(например, плотность населения, распаханность земель, лесистость территории и т. п.). В подобных случаях показатели, относимые к точкам для построения изолиний, определяются по квадратам или другим площадным ячейкам – ячейкам регулярной или нерегулярной сети. Такие изолинии называются «псевдоизолиниями», так как по форме и методу построения они напоминают изолинии, а по сути своей возникают из способа картограммы. Само явление не является непрерывным и плавно меняющимся, поэтому в название способа вводится приставка «псевдо», т. е. «вроде». В зарубежной картографии их называют «изоплетами».

Например, псевдоизолинии используются для показа «промышленного рельефа» – плотности объектов индустрии на единицу площади. Псевдоизолинии как бы распространяют дискретные явления на всю площадь картографирования и таким образом приводят их к виду, удобному для сопоставления с другими количественными характеристиками [Стурман, 2019].

Наиболее распространенным вариантом псевдоизолиний являются изоплеты плотности населения (изодазы, изодемы), размещение которого не образует сплошного поля, а приурочено, в первую очередь, к населенным пунктам. Впервые способ изодаз использовал датчанин Ровн в 1857 г. [Robinson, 1982; Январева, 2011].

Также распространено построение изохрон - линий равной временной удаленности, т.е. с равными затратами времени на перемещение (к примеру, время поездки до населенного пункта).

Изохроны относят к псевдоизолиниям, а не изолиниям, так как они всегда проходят через места, где могут отсутствовать дороги, присутствовать естественные и искусственные преграды для перемещения, в том числе здания, сооружения, балки, овраги и другие отрицательные формы рельефа. Таким образом, изохроны формируют весьма абстрактные поля временной доступности (рис. 42).

Изостады – соединяют точки с одинаковой стадией развития (к примеру, имеющие одинаковые периоды постройки или стадии рекреационной дигрессии). Изоаномалы – соединяют точки с отклонениями параметра от средней величины (стоимости, времени и др.). Изокорреляты – соединяют точки с одинаковой связью каких-либо явлений или признаков (одинаковой величиной коэффициента корреляции).

Внешний вид псевдоизолиний ничем не отличается от изолиний. Псевдоизолинии, проводимые на основе интерполяции расчетных статистических показателей, всегда отражают не реальные, а искусственные, абстрактные явления. Для определения, с каким видом изолиний приходится иметь дело, надо внимательно проанализировать явление, его характер и метод построения данной системы изолиний.

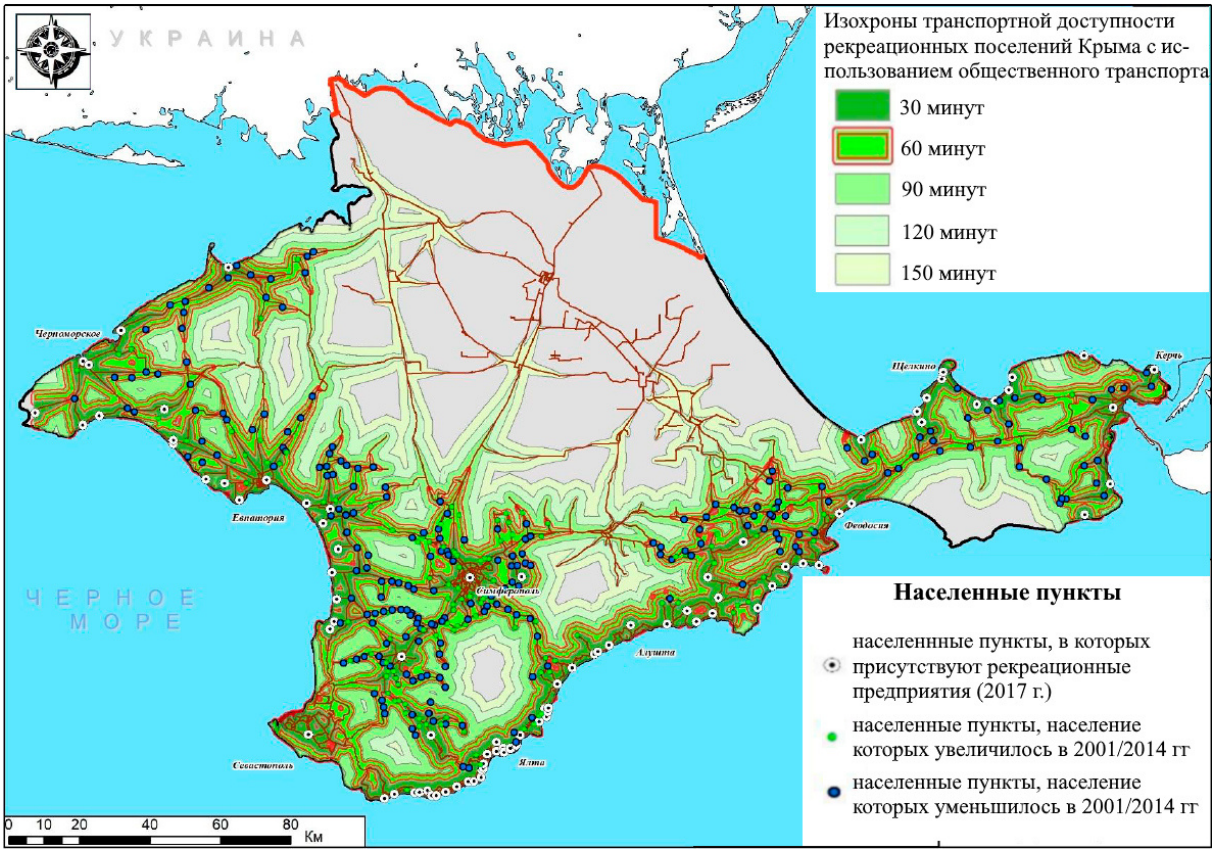


Рис. 42 Изохроны транспортной доступности рекреационных поселений [Войтеховский, 2021]

Техника составления карт в изоплетах постоянно совершенствуется. При изменении плотности данных или методики расчета такие абстрактные поля претерпевают существенные изменения. Поэтому на картах целесообразно указывать способ расчета исходных данных, по которым строятся псевдоизолинии [Гуров, 2019].

Карты-анаморфозы

Карты-анаморфозы (буквально карты-искажения) - это картоподобные изображения, на которых размер объектов пропорционален значению какого-либо числового показателя (населения, валового внутреннего продукта, загрязнения и т.д.). При этом требуется максимально возможное сохранение взаимного расположения территориальных единиц и их формы. Например, территории государств конструируются в зависимости от заданной переменной. В пределах своего естественного геополитического положения и привычных контуров государственных границ одни страны оказываются вдруг непомерно огромными, а другие - едва различимыми точками, ниточками, или совсем исчезают с лица Земли при нулевых и отрицательных значениях ведущего показателя. Причем, на других тематических картах-анаморфозах ситуация может измениться диаметрально противоположным образом, все зависит от выбранного составителем кар-

ты показателя и доли каждой территории в этом показателе [Стрелова, Паневина, 2010].

Анаморфозы предоставляют возможность более наглядно воспринимать количественную характеристику картографируемого явления. Их можно отнести к типу статистических карт наряду с картограммами и картодиаграммами для визуализации как абсолютных, так и относительных показателей. Анаморфозы можно использовать вместо способа картодиаграмм, когда применение последнего затруднительно, например, при большом разбросе значений абсолютного показателя. Можно использовать вместо картограмм, в этом случае преимуществом является то, что анаморфозы показывают непрерывное изменение картографируемого явления, а не сводят, как картограммы, все его возможные значения в несколько условно выделяемых диапазонов. Но при этом применять анаморфозы нужно осторожно, так как производится нормирование показателя по площадям. Недостатки анаморфоз: нельзя отобразить отрицательные значения, сложно размещать надписи, отсутствие масштаба в традиционном его понимании [Соколов, Титкова, 2018; Минеев, 2020].

На интернет - ресурсе www.worldmapper.org («Карта мира - откройте для себя мир таким, каким вы его никогда раньше не видели») собрана большая коллекция мировых карт-анаморфоз. В экологическом разделе представлены карты по экологическому следу потребления, по выбросам загрязняющих веществ, биоразнообразию, органическому сельскому хозяйству, опасным природным явлениям и др. (рис. 43).

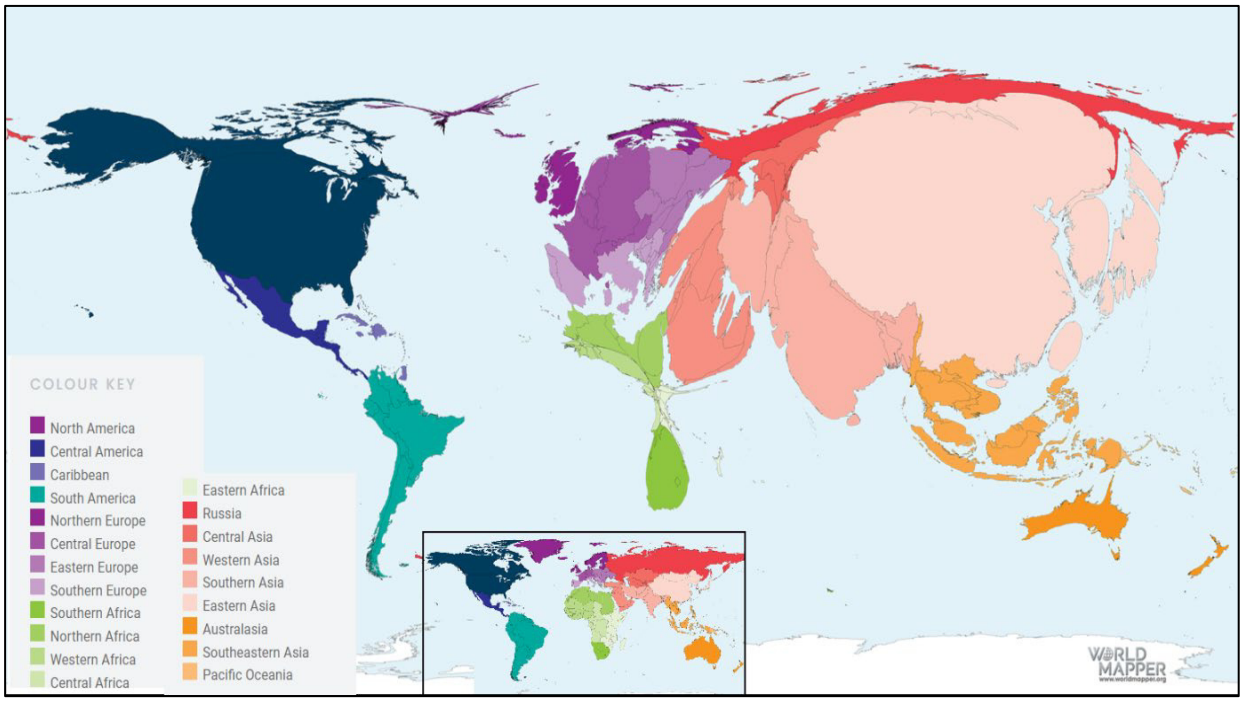


Рис. 43 Карта-анаморфоза, отображающая выбросы CO_2 в 2020 г. [https://worldmapper.org]

Карты-анаморфозы можно строить не только мировые, но и региональные. Хотя в экологических и природоохранных разделах региональных атласов карты-анаморфозы встречаются очень редко, в качестве наглядного средства для отображения экологических показателей являются перспективным способом.

Вопросы для самоконтроля

1. Что объединяет следующие способы картографического изображения: картограммы, картодиаграммы, псевдоизолинии?
2. Приведите примеры разновидностей картодиаграмм.
3. В чем сходство и отличие между картодиаграммами, локализованными диаграммами и структурными геометрическими значками как способов картографического изображения?
4. Какие операционно-территориальные единицы выделяются при использовании способа картограмм и картодиаграмм?
5. При показе каких экологических показателей оправдано использование картограмм и картодиаграмм?
6. Какие методы группировки значений картографируемого показателя выделяются при построении картограмм? Какие факторы должны учитываться при их выборе?
7. Чем отличаются псевдоизолинии от изолиний?
8. Приведите примеры собственных названий псевдоизолиний, что они отображают?
9. Что такое карты-анаморфозы? В чем их преимущества и недостатки?

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В последние годы наблюдается стремительный прогресс в анализе пространственных данных, связанный с доступностью для широкого потребителя космической информации, совершенствованием автоматизированных приемов получения и обработки информации, развитием географических информационных систем, в том числе со свободной лицензией. Все это отражается и в вопросах экологического картографирования.

С одной стороны, доступность информации и программного обеспечения позволяет составлять карты даже не специалистам этой сферы. Но на составителе экологических карт лежит особая ответственность, т.к. от него может зависеть развитие картографируемой территории. Поэтому несмотря на кажущуюся доступность, связанную с автоматизацией картосоставительского процесса, разработка экологических карт должна проводиться с опорой на устоявшиеся традиции классической картографии и многогранные аспекты экологической науки.

Карты должны сопровождаться подробным описанием, в которых должны быть описаны процедуры сбора информации, ее обработки, территориальной интерпретации, выбора способов картографического изображения. Пользоваться картой, которая не сопровождается таким описанием, следует с большой осторожностью.

Содержание учебного пособия не является исчерпывающим. Однако приведенного материала достаточно для понимания основ и принципов экологического картографирования, чтобы составлять картографические продукты по самым разнообразным направлениям: при оценке уровня загрязнения природных сред и прогнозировании экологических ситуаций; разработке комплексных территориальных систем оптимизации природопользования; в ландшафтном планировании и проектировании, формировании экологического каркаса территории, разработке природоохранных проектов и т.д.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Федеральный закон от 10.01.2002 №7-ФЗ (ред. от 01.03.2023) «Об охране окружающей среды» //http://www.consultant.ru
2. Агапова Г.В. Исследование и картографирование подводного рельефа в познании природы Мирового океана: автореф. … докт. дис. М., 2008.
3. Атлас Ленинградской области / гл. ред. Д. А. Субетто. - СПб.: Издательство РГПУ им. А. И. Герцена, 2022. - 112 с.
4. Атлас Республики Башкортостан. – Уфа, 2005 – 420 с.
5. Багров Л.А. История картографии. М.: Центрополигаф, 2004.
6. Баранский Н.Н. Экономическая картография. Вып. 3. Методы картографирования экономических явлений. М., 1939.
7. Батуев Д.А. Создание комплексной картографической модели природопользования региона // Известия Иркутского государственного университета. Серия: Науки о Земле. 2012. №.2 С.33-54
8. Берлянт А.М. Виртуальные геоизображения. М., 2001. 56 с.
9. Берлянт, А.М. Картография : учебник для вузов. – М.: Аспект Пресс, 2002. – 336 с.
10. Богданова З.Х. Использование набора данных WorldClim для картографического моделирования и анализа / З.Х.Богданова, Н.Г.Ивлиева, Е.О.Папкина // Огарёв-Online. 2015. №24 (65).
11. Боков В.А Экологическое картографирование : учебное пособие / В.А. Боков,Р.В. Горбунов, И.Г. Черванёв**.** – Симферополь : ИТ «АРИАЛ», 2016. – 238 с.
12. Боков В.А Черванев И.Г. Отображение многообразия субъект-объектных отношений в экологическом картографировании: множественность оценок территории и ответственность составителей.
13. Володченко, А., Ротанова И.Н. Картосемиотический анализ экологических атласов . - Дрезден, 2008 - 44 с
14. Войтеховский Д.В. Эволюция и современные трансформации в системе расселения Крымского рекреационного района: диссертация на соискание ученой степени кандидата географических наук. – Симферополь, 2021. – 267 с.
15. Гармиз И.В. Качество карт: современные проблемы и методы / под ред. Л.Е. Смирнова, Т.М. Петровой. – Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1990. – 210 с.
16. Географическое картографирование: карты природы: учебное пособие / под ред. Е.А.Божилиной. – М.: КДУ, 2010. – 316 с.
17. Геоэкологическое картографирование : учеб. пособие для студ. высших учебных заедений / [Б.И.Кочуров, Д.Ю.Шишкина, А.В.Антипова, С.К.Костовска]; под ред. Б.И.Кочурова. - М.: Издательский центр «Академия», 2009. — 192 с.

18. Геоэкологическое картографирование : учеб. пособие для студ. учреждений высшего проф. образования / [Б.И.Кочуров, Д.Ю.Шишкина, А.В.Антипова, С.К.Костовска]; под ред. Б.И.Кочурова. — 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Издательский центр «Академия», 2012. — 224 с.

19. Гончар, Д. С. Аналитика унифицированных программ расчета загрязнения атмосферы / Д. С. Гончар, С. Н. Никулина, Н. Ю. Фатеева // Наука, образование, производство в решении экологических проблем (Экология-2022) : Материалы XVIII Международной научно-технической конференции. В 2-х томах, Уфа, 01–15 мая 2022 года. Том 2. – Уфа: Уфимский государственный авиационный технический университет, 2022. – С. 136-139.

20. ГОСТ 21667-76 Межгосударственный стандарт. Картография: термины и определения. Межгосударственный Совет по стандартизации, метрологии и сертификации (с изменениями от 24.05.2001 г.).

21. Государственный доклад о состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2020 году / Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации – Москва, 2021. – 866 с.

22. Государственный доклад о состоянии природных ресурсов и окружающей среды в Республике Башкортостан в 2020 году / Министерство природопользования и экологии Республики Башкортостан. – Уфа, 2021. – 287 с.

23. Государственный (национальный) доклад о состоянии и использовании земель в Республике Башкортостан в 2020 году / Управление Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии по Республике Башкортостан. – Уфа, 2021. – 230 с.

24. Гусейн-Заде С. М., Тикунов В. С. Анаморфозы : что это такое? М. : Эдиториал УРСС, 1999. – 167 с.

25. Гуров С.А. Использование способа псевдоизолиний в современном картировании / С.А. Гуров // Геополитика и экогеодинамика регионов. Том 5(15). Вып.3, 2019. – С. 79-89.

26. Иванова, А. А. Динамика выбросов загрязняющих веществ в Уральском экономическом районе / А. А. Иванова // Экология и природопользование: прикладные аспекты : Материалы XII Международной научно-практической конференции, Уфа, 13–14 апреля 2022 года. – Уфа: Башкирский государственный педагогический университет им. М. Акмуллы, 2022. – С. 115-119

27. Ивлиева Н.Г., Манухов В.Ф. К вопросу картографо-геоинформационной подготовки бакалавров географии. Материалы Международной конференции «ИнтерКарто. ИнтерГИС». 2015.- С. 634-638.

28. Карандашева, Т. К. Экологическое картографирование : Электронное издание сетевого распространения / Т. К. Карандашева ; Вологод-

ская областная универсальная научная библиотека им. И.В. Бабушкина. – Вологда, 2017. – 479 с.

29. Кащенко Н. А. Геоинформационные системы: учебное пособие для вузов / Н.А.Кащенко, Е.В. Попов, А.В. Чечин; Нижегородский государственный архитектурно- строительный университет – Н.Новгород: ННГАСУ, 2012. – 130 с.

30. Колбовский Е.Ю. Пространственный анализ в геоэкологии. М.: МГУ, 2022. 820 с.

31. Колесников С.Ф. Экологические карты: проблемы, содержание, развитие / С.Ф Колесников., С.А. Сладкопевцев // Известия ДГПУ. Естественные и точные науки. 2018. №3. С.103-107

32. Коновалова, Н.В. Проблемы выбора способа картографического изображения // Arctic Environmental Research, 2005. №1. – С. 24-28

33. Коросов А. В., Зорина А. А. Экологические приложения Quantum GIS : учебное пособие для студентов биологических специальностей / А. В. Коросов, А. А. Зорина; Минобрнауки РФ, ФГБОУ ВО Петрозаводский гос. ун-т. – Петрозаводск : Издательство ПетрГУ, 2016. — 211 с.

34. Кравцова В.И. Гиперспектральная система MODIS для глобального мониторинга Земли / В.И.Кравцова, И.А.Уваров // Информационный бюллетень ГИС-Ассоциации. 2001. № 2(29)-3(30). С. 39-41.

35. Краснощеков, А.Н. Геоинформационные системы в экологии [Текст]: учебное пособие / А.Н.Краснощеков, Т.А.Трифонова, Н.В.Мищенко. – Владим.гос.ун-т, 2004. – 152 с.

36. Крылов, С. А., Загребин, Г. И., Фокин, И. Е. Выбор и реализация способов картографического изображения картографируемых объектов и явлений в геоинформационных системах // Интерэкспо Гео-Сибирь, №1(2), 2014. - С.73-77.

37. Кусов В.К. Памятники отечественной картографии. - М.: Изд-во Моск. ун-та, 2003.

38. Курбанов Э.А. Четыре десятилетия исследований лесов по снимкам Landsat / Э.А.Курбанов, О.Н.Воробьев, АВ.Губаев, С.А.Лежнин, Ю.А.Полевщикова, Е.Н. Демишева // Вестник ПГТУ. Серия: Лес. Экология. Природопользование, 2014. №1 (21). С.18-32.

39. Липилин, Д. А. Картографирование и анализ шумового загрязнения микрорайонов города Краснодара с использованием геоинформационных систем / Д. А. Липилин, Д. Д. Евтушенко, А. В. Матвеева // Мониторинг. Наука и технологии. – 2022. – № 3(53). – С. 58-65.

40. Лютый А.А. Язык карты: сущность, система, функции. – Изд. 2-е, испр. – М.: Издательство РАН, 2002. – 327 с.

41. Лурье И.К. Геоинформационное картографирование. Методы геоинформатики и цифровой обработки космических снимков / И.К. Лурье. -2-е изд. – Москва: КДУ, 2010. – 424 с.

42. Лурье, И.К. Информатика с основами геоинформатики. Ч. 2: Основы геоинформатики [Текст]: учеб. пособие / И.К. Лурье, Т.Е. Самсонов. – М.: МГУ, 2016. 200 с.

43. Макаренко С. А. Концептуальные основы экологического содержания тематических карт //Модели и технологии природообустройства (региональный аспект). – 2017. – №. 2. – С. 129.

44. Минеев, А. Н. Построение картографических изображений на основе визуализации атрибутивных данных в ГИС / А. Н. Минеев, Н. Г. Ивлиева // XLVIII Огарёвские чтения : Материалы научной конференции. В 3-х частях, Саранск, 06–13 декабря 2019 года. Том Часть 2. – Саранск: Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва, 2020. – С. 222-228.

45. Национальный атлас России. Том 2: Природа. Экология / [гл. ред. В. М. Котляков ; сост. Е. Г. Александрова-Вергунова и др.] / Министерство транспорта Российской Федерации, Федеральное агентство геодезии и картографии - Москва : Роскартография, 2007. - 495 с

46. Николаева, О.Н., Ромашова Л.А. Основы экологического картографирования : учебно-методическое пособие. Новосибирск: СГГА. – 2006. – 28 с.

47. Петрова, И. Ф. Отображение на картах категорий загрязнения и загрязненности (на примере атмосферного воздуха) / И. Ф. Петрова // Экология урбанизированных территорий. – 2009. – № 3. – С. 21-25.

48. Преображенский А.И. Русские экономические карты и атласы. М.: Географгиз, 1953.

49. Постников А.В. Развитие картографии и вопросы использования старых карт. М.: Наука, 1985.

50. Пугачёва, И. Г. Компьютерная визуализация экологической информации : учебно-методическое пособие / И. Г. Пугачёва, О. С. Антипова. – Горки : БГСХА, 2021. – 151 с.

51. Пущак О. Н. Геоинформационное обеспечение экологического картографирования / О.Н.Пущак, Ю.А.Норкина, О.Р.Ефименко // Геодезия, землеустройство и кадастры: вчера, сегодня, завтра: сборник материалов междунар. научн.-практ. конф., посвящённой 95-летию землеустроительного факультета Омского ГАУ: Изд-во ФГБОУ ВО Омский ГАУ, 2017. – С. 391 – 395.

52. Радченко Л.К. Основы тематической картографии : учебно-методическое пособие / Л.К.Радченко, О.Н.Николаева. – Новосибирск: СГУГиТ, 2018. – 103 с.

53. Рахматуллина И.Р. Дистанционный мониторинг зеленых насаждений Уфы за 1988-2018 годы / И.Р.Рахматуллина, З.З.Рахматуллин, А.Ю.Кулагин // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. 2020. Т. 28. № 3. С. 263–274. http://dx.doi.org/10.22363/ 2313-2310-2020-28-3-263-274

54. Рахматуллина И.Р. Кадастры природных ресурсов: учебное пособие / И.Р.Рахматуллина, З.З.Рахматуллин, Ф.Ф. Исхаков, Г.Г.Хамидуллина. – Уфа: Издательство БГПУ, 2022. – 106 с.

55. Рахматуллина, И.Р. Ландшафтно-экологическое картографирование водосборов малых рек в программе SAGA GIS (на примере реки Усень Республики Башкортостан) [Текст] / И.Р.Рахматуллина, З.З.Рахматуллин, Э.Р.Латыпов // Известия Уфимского научного центра Российской академии наук. – 2017. – 4(1). – С.75-78

56. Рахматуллина, И.Р. Экологическое картографирование: практикум / И.Р. Рахматуллина, З.З. Рахматуллин, А.А. Кулагин. – Уфа: Изд-во БГПУ, 2018. – 83 с.

57. Ротанова И. Н. Экологическое картографирование: современное картографическое познание действительности // МНКО. 2008. №4. С. 20-24.

58. Салищев К.А. Картоведение. Изд. 3-е. М.: Высшая школа, 1990.

59. Сегал А.М. Оценка экологического состояния территории и мониторинг окружающей среды с использованием ГИС-технологий / А.М. Сегал, Э.А.Арустамов, В.А.Балакин // Вестник евразийской науки. 2018. №2.

60. Семакина А.В. Картографирование загрязнения атмосферного воздуха Приволжского Федерального округа: автореф. дис.. канд. геогр. наук. -Казань, 2012. - 22 с.

61. Соколов, А. С. Использование нетрадиционных электронных карт в экологическом образовании / А. С. Соколов, Ю. Н. Титкова // Сахаровские чтения 2018 года: экологические проблемы XXI века : Материалы 18-й международной научной конференции: в 3 частях, Минск, 17–18 мая 2018 года / Под редакцией С.А. Маскевича, С.С. Позняка. Том Часть 1. – Минск: Информационно-вычислительный центр Министерства финансов Республики Беларусь, 2018. – С. 172-173.

62. Софронов В.С. Обзор современных географических информационных систем с открытым исходным кодом / В. С. Софронов, Н. К. Пожидаев, А. А. Коваленко, И. А. Мальцев // Состояние и перспективы развития современной науки по направлению «Энергетика. Технологии, аппараты и машины жизнеобеспечения» : сборник статей III научно-технической конференции, Анапа, 22 октября 2021 года. ФГАУ "Военный инновационный технополис "ЭРА", 2021. – С. 62-70.

63. Стрелова О.Ю., Дидактические ресурсы карты-анаморфозы. Мир, каким вы его еще не видели / О.Ю. Стрелова, Г.Н. Паневина // Муниципальное образование: инновации и эксперимент, 2010. №2. С. 64-70.

64. Стурман, В.И. Экологическое картографирование: учебное пособие / В.И. Стурман. –М.: Аспект Пресс, 2003. – 251 с.

65. Стурман В.И. Экологическое картографирование: учебное пособие. – 2-е изд., стер. – СПь.: Издательство «Лань», 2019 – 180 с.

66. Сутырина, Е.Н. Дистанционное зондирование Земли : учебное пособие / Е.Н.Сутырина. – Иркутск: изд-во ИГУ, 2013. – 165 с.

67. Фокина Л.А. Картография с основами топографии: учебное пособие для студентов вузов / Л.А.Фокина. – М.: Гуманитарный издательский центр ВЛАДОС, 2005. – 335 с.

68. Цветков М.А. Изменение лесистости Европейской России с конца XVII столетия по 1914 год. М.: Изд-во АН СССР, 1957.

69. Цветков М.А. Лесные карты и методы их составления. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1950.

70. Шокин Ю. И., Потапов В. П. ГИС сегодня: состояние, перспективы, решения //Вычислительные технологии. – 2015. – Т. 20. – №. 5. – С. 175-213.

71. Экологический атлас бассейна озера Байкал. – Иркутск: Изд-во Института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, 2015. – 145 с.

72. Экологическое картографирование : учеб. пособие / Н. Н. Мамась [и др.]; под общ. ред. И. С. Белюченко. – Краснодар : КубГАУ, 2017. – 117 с.

73. Январева Л. Ф. История способов картографического изображения // Вестник Московского университета. Серия 5. География. №1 2011. - С.60-66

74. Bertin J. Semiologie of graphique. Les diagrammes — les reseaux — les cartes. P., 1967.

75. Karra, Kontgis, et al. “Global land use/land cover with Sentinel-2 and deep learning.” IGARSS 2021-2021 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium. IEEE, 2021.

76. Mierzejowska, Aleksandra & Żogała, Monika. (2018). The characteristics of geographical information systems in terms of their current use. Journal of Water and Land Development. 39. 101-108. 10.2478/jwld-2018-0064.

77. Minghini, M., Frassinelli, F. OpenStreetMap history for intrinsic quality assessment: Is OSM up-to-date?. Open geospatial data, softw. stand. 4, 9 (2019). https://doi.org/10.1186/s40965-019-0067-x

78. Robinson A. Early thematic mapping in history of cartography. Chicago, London: Univ. Chicago Press, 1982.

79. Старые карты городов России онлайн – ЭтоМесто URL: http://www.etomesto.ru/

80. Карта мира - откройте для себя мир таким, каким вы его никогда раньше не видели. URL: https://worldmapper.org

81. Публичная кадастровая карта // URL: https://pkk.rosreestr.ru (дата обращения 06.05.2022).

82. CGIAR-CSI SRTM - SRTM 90m DEM Digital Elevation Database. URL: https://srtm.csi.cgiar.org/

83. Copernicus. Europe’s eyes on Earth. URL: https://www.copernicus.eu/en.

84. Global climate and weather data URL: https://worldclim.org/data/index.html.
85. Google Earth Engine. URL: https://earthengine.google.com/
86. Landsat Science. URL: https://landsat.gsfc.nasa.gov/
87. Landsat 9 Data Users Handbook URL: https://www.gisandbeers.com/GeoBazar/Libros/Teledeteccion/Manual-Landsat-9-Handbook.pdf
88. MODIS Web. URL: https://modis.gsfc.nasa.gov/
89. Nakarte.me URL: https://nakarte.me/
90. OpenStreetMap URL: https://www.openstreetmap.org/
91. Sentinel-2 10-meter Land use / land cover URL: https://livingatlas.arcgis.com/landcover/
92. Sentinel-5 - Missions - Sentinel Online - Sentinel Online. URL: https://sentinels.copernicus.eu/web/sentinel/missions/sentinel-5
93. QGIS - A Free and Open Source Geographic Information System - URL: http://www.qgis.org/ru/site/

Учебное издание

Ирина Римилевна Рахматуллина,
Загир Забирович Рахматуллин,
Галия Рафаиловна Гильманова.

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ КАРТОГРАФИРОВАНИЕ

Учебное пособие

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ М. АКМУЛЛЫ»

И.Р.Рахматуллина, З.З.Рахматуллин, А.А.Кулагин

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ КАРТОГРАФИРОВАНИЕ

Практикум

Уфа 2018

УДК 911:574
ББК 26.17+28.080.1
Р27

Рахматуллина, И.Р. Экологическое картографирование [Текст]: практикум / И.Р. Рахматуллина, З.З. Рахматуллин, А.А. Кулагин. – Уфа: Изд-во БГПУ, 2018. – 84 с.

Практикум предназначен для обучающихся по экологическим и географическим направлениям подготовки образовательных организаций высшего образования. Разработан на основе свободно распространяемых геоинформационных систем QGIS и SAGA GIS. Направлен на освоение практических методов по обработке пространственных данных в целях создания экологических карт. Состоит из семи практических занятий, сопровождающихся краткими теоретическими сведениями, вопросами для самоконтроля и литературой для углубленного изучения. Может быть полезен специалистам, работающим в области наук о Земле, сельского и лесного хозяйства, заинтересованных в использовании ГИС-технологий в своих исследованиях.

Рецензенты:

***Р.М. Хазиахметов**, д-р биол.наук, профессор (БашГУ);*

***З.Б. Латыпова**, канд.геогр.наук, доцент (БГПУ им. М.Акмуллы).*

©Издательство БГПУ, 2018

©Рахматуллина И.Р., Рахматуллин З.З., Кулагин А.А., 2018

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ **5**

СПИСОК ПРИНЯТЫХ СОКРАЩЕНИЙ **7**

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №1. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ЭКОЛОГИЧЕСКОМ КАРТОГРАФИРОВАНИИ **8**

Теоретические сведения и постановка задачи 8
Знакомство с QGIS 12
Знакомство с SAGA GIS 15
Вопросы для самоконтроля 17
Литература для углубленного изучения 18

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №2. СОЗДАНИЕ И НАСТРОЙКА НОВОГО ПРОЕКТА В QGIS **19**

Теоретические сведения и постановка задачи 19
Создание нового проекта и выбор проекции 22
Привязка растровой основы 24
Вопросы для самоконтроля 27
Литература для углубленного изучения 28

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №3. ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ДАННЫХ О ВЫБРОСАХ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ ПО ГОРОДАМ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН **29**

Теоретические сведения и постановка задачи 29
Создание нового векторного слоя 31
Добавление подписей к объектам слоя 34
Визуализация атрибутивных данных 34
Макет печати 37
Вопросы для самоконтроля 38
Литература для углубленного изучения 38

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №4. МОРФОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ РЕЛЬЕФА В SAGA GIS **40**

Теоретические сведения и постановка задачи 40
Импорт ЦМР SRTM-3 в SAGA GIS 44
Перепроецирование данных 45
Обрезка растра по полигону 46
Построение гипсометрической карты 49
Построение карты уклонов местности и экспозиции склонов 52
Группировка склонов по крутизне и экспозиции 54
Вопросы для самоконтроля 56
Литература для углубленного изучения 56

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №5. ПРОВЕДЕНИЕ ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО АНАЛИЗА В SAGA GIS **58**
Теоретические сведения и постановка задачи 58
Проведение гидрологической коррекции 60
Построение растра суммарного стока 60
Построение сети водотоков 61
Построение водосборной площади 62
Вопросы для самоконтроля 63
Литература для углубленного изучения 64
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №6. ОБРАБОТКА КОСМИЧЕСКОГО СНИМКА LANDSAT В SAGA GIS **65**
Теоретические сведения и постановка задачи 65
Импорт и перепроецирование космического снимка 67
Обрезка снимка по бассейну реки Усень 68
Создание композитного изображения 70
Вопросы для самоконтроля 71
Литература для углубленного изучения 71
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №7. РАСЧЕТ ВЕГЕТАЦИОННОГО ИНДЕКСА И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТИПА ПОДСТИЛАЮЩЕЙ ПОВЕРХНОСТИ **72**
Теоретические сведения и постановка задачи 72
Радиометрическая калибровка снимка 75
Расчет вегетационного индекса 76
Построение типов подстилающей поверхности 77
Вопросы для самоконтроля 78
Литература для углубленного изучения 78
ЗАКЛЮЧЕНИЕ **79**
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ **80**
СПИСОК ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСОВ **82**

ВВЕДЕНИЕ

В современных условиях всеувеличивающихся объемов информации о состоянии окружающей среды, значительного усложнения теоретических и методических проблем, требующих пространственного решения, возрастает роль экологического картографирования (Кочуров, 2009).

Экологическое картографирование – это наука о способах сбора, анализа и картографического представления информации о состоянии экосистем, окружающей среды, а также о способах получения новой информации по картам.

Экологическое картографирование представляет собой «стыковую» дисциплину и образует сложное единство экологических (геоэкологических) методов получения и территориальной интерпретации данных о состоянии окружающей среды и общекартографических приемов географически корректного изображения информации. При этом её развитие не ограничивается отраслевыми рамками, а проявляется в экологизации содержания карт многих других тематических отраслей. Тематические карты природы (климатические, гидрологические, геологические, геоморфологические, геоботанические, почвенные и др.) позволяют оценить многие природные предпосылки экологических ситуаций.

Составление экологических карт базируется на анализе и синтезе большого объема информации, получаемой из различных источников. Одно из главных предъявляемых к ним требований - наличие пространственных (географических) данных, содержащих сведения о местоположении. К таким сведениям относятся материалы экологического и других видов мониторинга; картографические материалы; данные полевых наблюдений и измерений; результаты лабораторных анализов. В последние десятилетия к ним относят и данные дистанционного зондирования, объемы, разнообразие, качество и доступность которых позволяют с успехом использовать их в экологическом картографировании.

Для обработки пространственных данных используется различное программное обеспечение, среди которых выделяются геоинформационные технологии, составляющие основу инструментария географических информационных систем (ГИС). Методы геоинформационного картографирования предоставляют большие возможности по автоматизированному созданию и использованию карт на основе пространственных данных.

ГИС-продукты, базовые понятия и методические подходы, которыми они оперируют, достаточно подробно описаны в русскоязычной и зарубежной литературе (Лурье, 2008; Sutton, 2009). В учебных пособиях по экологическому картографированию (Стурман, 2003; Кочуров, 2009) чаще всего рассматриваются уже готовые карты: их содержание, способы отражения информации, легенды карт. При этом существует потребность в

учебных пособиях, ориентированных на приобретение практических навыков.

Данный практикум призван помочь обучающимся в приобретении навыков по обработке пространственных данных, в том числе данных дистанционного зондирования с использованием инструментария ГИС-технологий и применение их для решения экологических задач.

Практические работы подготовлены на основе свободно распространяемых географических информационных систем QGIS (ver.2.18.2) и SAGA GIS (ver.3.0.0).

В качестве пространственных данных были использованы данные экологического мониторинга и дистанционного зондирования Земли:

– объемы выбросов загрязняющих веществ по городам Республики Башкортостан, публикуемые в ежегодниках Минэкологии (Гос.доклад, 2016);

– глобальная цифровая модель рельефа, полученная в результате радарной топографической съемки Shuttle radar topographic mission – SRTM (http://srtm.csi.cgiar.org/);

– космический снимок Landsat 8 от 24 августа 2016 года, сцена LC81670222016225LGN00 (https://earthexplorer.usgs.gov/).

В практикуме на конкретном примере пошагово разобран алгоритм решения задач для построения картографических изображений. Процесс визуализации данных по выбросам загрязняющих веществ в атмосферу рассмотрен на примере территории Республики Башкортостан. Морфометрический и гидрологический анализ рельефа, а также обработка космического снимка (расчет вегетационного индекса, построение типов подстилающей поверхности) – на примере водосборного бассейна реки Усень, протекающей преимущественно по территории Туймазинского района Республики Башкортостан. Практические работы сопровождаются краткой теоретической информацией, рекомендуемой литературой для более глубокого изучения материала, а также вопросами для самоконтроля.

Практикум предназначен для обучающихся по экологическим и географическим направлениям подготовки образовательных организаций высшего образования. Может быть полезен специалистам, работающим в области наук о Земле, сельского и лесного хозяйства, заинтересованных в использовании ГИС-технологий в своих экологических исследованиях.

СПИСОК ПРИНЯТЫХ СОКРАЩЕНИЙ

ГИС – географическая информационная система;
ДЗЗ – дистанционное зондирование Земли;
ОТЕ – операционная территориальная единица;
СК – система координат
ЦМР – цифровая модель рельефа;
CGIAR – Consultative Group for International Agriculture Research
DEM – Digital Elevation Model
DN – Digital Number
EPSG – European Petroleum Survey Group
GIS – Geographic Information System
GDEM – Global Digital Elevation Model
GPS – Global Positioning System
JPEG – Joint Photographic Experts Group
NASA – National Aeronautics and Space Administration;
NDVI – Normalized Difference Vegetation Index
NIR – Near InfraRed
OLI – Operational Land Imager
OSGeo – Open Source Geospatial Foundation
QGIS – до 2014 г. QuantumGIS
SAGA GIS – System for Automated Geoscientific Analyses
SRTM – Shuttle Radar Topography Mission
TIFF – Tagged Image File Format
TIRS – Thermal InfraRed Sensor
UTM – Universal Transverse Mercator
USGS – United States Geological Survey
WGS84 –World Geodetic System 1984

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №1. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ЭКОЛОГИЧЕСКОМ КАРТОГРАФИРОВАНИИ

Теоретические сведения и постановка задачи

Основной продукцией экологического картографирования являются экологические карты, отражающие территориальное распределение экологических факторов и степени антропогенного воздействия на них. Экологическая карта, как и другая научная модель создается согласно определенным принципам и правилам.

Карта – это построенное в картографической проекции, уменьшенное, обобщенное изображение поверхности Земли, поверхности другого небесного тела или внеземного пространства, показывающее расположенные на них объекты в определенной системе условных знаков (ГОСТ 21667-76). К элементам карты относятся: картографическое изображение, легенда и зарамочное оформление.

Картографическое изображение – это содержание карты, совокупность сведений об объектах и явлениях, их размещении, свойствах, взаимосвязях, динамике. Общегеографические карты имеют следующее содержание: населенные пункты, социально-экономические и культурные объекты, пути сообщения и линии связи, рельеф, гидрографию, растительность и грунты, политико-административные границы.

На тематических картах, к которым и относятся экологические карты, различают две составные части картографического изображения. Во-первых, это географическая основа, т.е. общегеографическая часть содержания, которая служит для нанесения и привязки элементов тематического (экологического) содержания, а также для ориентировки по карте. Во-вторых, тематическое содержание (например, состояние окружающей среды, распространение загрязнений, эрозионные процессы и т.д.).

Важнейший элемент всякой карты – легенда, т.е. система использованных на ней условных обозначений и текстовых пояснений к ним. Для топографических карт составлены специальные таблицы условных знаков. Они стандартизированы и обязательны к применению на всех картах соответствующего масштаба. На большинстве тематических карт обозначения не унифицированы, поэтому легенду размещают на самом листе карты. Она содержит разъяснения, истолкование знаков, отражает логическую основу и иерархическую соподчиненность картографируемых явлений. Последовательность обозначений, их взаимное соподчинение в легенде, подбор цветовой гаммы, штриховых элементов и шрифтов – все это подчинено логике классификации изображаемого объекта или процесса. На сложных картах для повышения информативности легенды ее иногда представляют в табличной (матричной) форме.

Картографическое изображение строится на математической основе, элементами которой являются координатные сетки, масштаб и геодезическая основа. На мелкомасштабных картах элементы геодезической основы не показываются. С математической основой связана и компоновка карты, т.е. взаимное размещение в пределах рамки самой изображаемой территории, названия карты, легенды, дополнительных карт и других данных.

Вспомогательное оснащение карты, облегчающее чтение и пользование картой, составляют картометрические графики (например, шкала для определения крутизны склонов на топографических картах), схемы изученности территории, использованные материалы, различные справочные сведения. К дополнительным данным относятся карты-врезки, диаграммы, графики, профили, текстовые или цифровые данные, тематически связанные с содержанием карты, дополняющие и поясняющие его (Берлянт, 2002).

На современном этапе развития создание карт, в т.ч. экологических базируется на технологиях географических информационных систем.

Термин географическая информационная система (ГИС) является дословным переводом с английского «Geographic(al) information system» и определяется как информационная система, обеспечивающая сбор, хранение, обработку, анализ, отображение пространственно определенных (пространственно координированных) данных.

Аббревиатура «ГИС» используется также для обозначения программных средств, программных продуктов, ГИС-пакетов, обеспечивающих функционирование ГИС как информационной системы, например, ArcGIS, QGIS, SAGA GIS и др. (Лурье, 2008; 2016).

Первые ГИС были созданы в Канаде, США и Швеции для изучения природных ресурсов в середине 1960-х годов, а сейчас в промышленно развитых странах существуют тысячи ГИС, используемых в различных отраслях: экономике, политике, управлении и охране природных ресурсов, кадастре, науке, образовании и т.д.

Структуру ГИС составляет набор информационных слоев. Например, базовый слой содержит данные о рельефе, затем следуют слои гидрографии, дорожной сети, населенных пунктов, почв, растительного покрова, распространения загрязняющих веществ и т.д. В процессе решения поставленных задач слои анализируют по отдельности или совместно в разных комбинациях, выполняют их взаимное наложение (оверлей) и районирование. Например, по данным о рельефе можно построить производный слой углов наклона местности, по данным о дорожной сети и населенных пунктах – рассчитать степень обеспеченности территории дорожной сетью и сформировать новый слой (Берлянт, 2002).

Реальные объекты можно разделить на две абстрактные категории: дискретные (дома, территориальные зоны) и непрерывные (рельеф, уровень осадков, среднегодовая температура). Для представления этих

двух категорий объектов в ГИС-программах используются соответственно векторные и растровые данные.

Растровые данные представляют собой прямоугольный массив ячеек. Каждая ячейка, называемая пикселем, отображает квадратный участок земной поверхности и содержит присвоенный код, который постоянен в любом месте ячейки. Этот код идентифицирует либо цвет изображения, либо класс объекта. Значения пикселов могут быть результатами измерений, вычислений или интерполяции. Все ячейки растра должны быть одного размера. Чем меньше размер ячейки, тем выше точность растра.

Ячейки организованы в виде строк и столбцов, составляя декартову матрицу. Строки матрицы параллельны оси x декартовой системы координат, столбцы – оси y. Для каждой ячейки существует уникальный адрес, состоящий из номера строки и номера столбца.

Наиболее распространенным способом получения растровых данных о поверхности Земли является дистанционное зондирование. Хранение растровых данных может осуществляться в графических форматах, например, TIF, GRID, JPEG, или в бинарном виде в базах данных.

Растровая модель применяется, если интересует каждая точка пространства с ее характеристиками, а не отдельные объекты. Оптимальная для работы с явлениями, которые не имеют четко выраженных границ – с непрерывными данными, непрерывными поверхностями («полями»: рельеф, температуры, осадки, вегетация, концентрация загрязняющих веществ).

Выделяют две категории растровых данных:

– снимки;

– тематические непрерывные данные.

Снимки получают с помощью систем сбора изображений, которые регистрируют отраженный свет в одной или нескольких зонах электромагнитного спектра и кодируют его значениями от 0 до 255. Соответственно получаются одноканальные или многоканальные растры.

Одноканальные растры подразделяются на:

– бинарные – каждая ячейка имеет значение от 0 до 1;

– полутоновые – значения ячеек (от 0 до 255) преобразуются в оттенки серого;

– цветные индексированные – для задания цвета используется таблица цветов: значениями ячеек от 0 до 255 сопоставляются тройки значений красного, зеленого и синего цвета, комбинация которых определяют итоговый цвет каждой ячейки.

Многоканальные растры используются для хранения космических снимков и фотографий. Каждый канал – это зафиксированный сенсором определенный участок спектра электромагнитных волн. Для дополнительных исследований к красному, зеленому и синему каналам добавляется инфракрасный.

В тематических непрерывных растровых данных значением каждой ячейки является измеренная (либо вычисленная) величина или категория. Измеренная величина (высота земной поверхности, концентрация загрязняющих веществ, плотность населения) – число с плавающей точкой, меняется постепенно, все вместе значения моделируют некоторую поверхность.

Растровый набор данных, как и карта, описывает положение и характеристики областей и их относительное расположение в пространстве. Поскольку обычно один растр представляет одну тему, например, тип землепользования, почвы, высоты, для полного представления территории может потребоваться несколько растров.

Векторные данные – цифровое представление точечных, линейных и полигональных пространственных объектов в виде набора координатных пар. Векторные объекты имеют точную форму, положение и атрибуты, лучше всего подходят для описания дискретных объектов с четко выраженными формами и границами. Например, для отображения естественных образований (реки, растительность), искусственных сооружений (дороги, трубопроводы, здания), элементов разбиения земной поверхности (округа, административные районы, земельные участки).

Точечный объект – задается одной парой координат (X, Y) – это такой объект, который слишком мал, чтобы показывать его линией или полигоном, он расположен только в одной точке пространства. Точечным объектом могут показываться деревья, родники, колодцы, города на мелкомасштабных картах, пункты мониторинга и многое другое. О таких объектах говорят, что они дискретные, в том смысле, что каждый из них может занимать в любой момент времени только определенную точку пространства. В целях моделирования считают, что у таких объектов нет пространственной протяженности, длины или ширины, но каждый из них может быть обозначен координатами своего местоположения. Считается, что точки имеют нулевое количество пространственных измерений. В действительности, конечно, все точечные объекты имеют некоторую пространственную протяженность, пусть самую малую, иначе мы просто не смогли бы их увидеть.

Линейный объект – задается последовательностью пар координат – объект на карте, который имеет длину, но слишком узок, чтобы показывать его полигоном, представляется как одномерный в нашем координатном пространстве. Это могут быть дороги, реки, границы, изгороди, любые другие объекты, которые существенно длинны и узки. Масштаб, при котором наблюдаются эти объекты обусловливает порог, при пересечении которого мы можем считать их не имеющими ширины.

Полигоны или площадные объекты представляются как двумерные в координатном пространстве, т.е. у них есть длина и ширина. Полигон задается замкнутой линией, являющейся его границей (т.е. полигон определяется замкнутым набором пар координат, в котором первая и

последняя пары должны совпадать). Ими могут быть озера, поля, здания и т.д. (Краснощеков и др., 2004).

В ГИС к векторным объектам могут быть привязаны семантические (атрибутивные) данные. К примеру, при картографировании источников загрязнения атмосферы к точечным объектам, представляющим источники выбросов, может быть привязана разнообразная информация: наименование источника, удельные выбросы отдельных ингредиентов, режим работы источника и т.д. Структуру и типы данных определяет пользователь. На основе численных значений, присвоенных векторным объектам на карте, может строиться тематическая карта с диаграммами (гистограммами), на которых эти значения обозначены цветами в соответствии с цветовой шкалой, либо окружностями разного размера.

В настоящее время программных продуктов, реализующих функции географических информационных систем, большое количество. Среди них выделяются QGIS и SAGA GIS, которые распространяются под свободной лицензией, имеют широкие функциональные возможности и сопровождаются детальной и регулярно обновляемой документацией.

Техническая постановка проблемы заключается в следующем:

1. Найти официальные сайты программ QGIS (https://qgis.org/ru/site/) и SAGA GIS (http://www.saga-gis.org/en/index.html), ознакомиться с их контентом.
2. С официальных сайтов скачать последние версии дистрибутивов программ и установить их на свой компьютер.
3. Ознакомиться с общими сведениями и функциональными возможностями этих программ.
4. Ознакомиться с интерфейсом программ и проделать простейшие операции.

Знакомство с QGIS

QGIS (до 2014 г. Quantum GIS) – геоинформационная система с открытым кодом, работа над которой была начата в 2002 году. Распространяется под лицензией GNU General Public License. Является проектом Open Source Geospatial Foundation (OSGeo) – международной некоммерческой организации, созданной для поддержки совместной разработки и использования геоинформационного программного обеспечения с открытым исходным кодом.

QGIS – динамично развивающаяся полнофункциональная настольная ГИС, способная решать широкий спектр задач. Работает на большинстве платформ (Linux, Unix, macOS, MS Windows Android), поддерживает более 60 форматов растровых форматов (библиотека Geospatial Data Abstraction Library – GDAL), более 20 векторных (OGR Simple Features Library), а также взаимодействует с данными, предоставляемыми различными картографическими web-сервисами и многими распространенными

пространственными базами данных. QGIS имеет одно из наиболее развитых сообществ в среде открытых ГИС, при этом количество разработчиков постоянно увеличивается.

Основные функциональные возможности – создание, управление, анализ и представление пространственных данных. Создание геоданных включает в себя пространственную привязку изображений, создание и редактирование векторных файлов, в т.ч. с поддержкой топологии, создание и редактирование атрибутивных данных, инструменты для импорта и экспорта данных GPS, создание и редактирование таблиц пространственных баз данных, выгрузку и редактирование данных Open-StreetMap.

Группу возможностей по управлению данными составляют: поддержка стандартных проекций, а также параметров перехода между различными системами координат, создание пользовательских проекций, перепроецирование «на лету» векторных и растровых слоев, проверка топологии, поиск атрибутов и выборка объектов (SQL-запросы).

Анализ геоданных включает в себя: функции геообработки, пространственные запросы, калькулятор полей атрибутов и калькулятор растров. Наиболее широкие возможности анализа геоданных предоставляет фреймворк геообработки QGIS, а именно – доступ к более чем 500 алгоритмам других открытых ГИС (например, GRASS, SAGA) и пользовательским скриптам.

Функциональные возможности по представлению геоданных – это наличие компоновщика карт для создания карт и атласов и публикация карт в сети Интернет.

QGIS имеет модульную архитектуру, что позволяет легко добавлять множество новых возможностей или функций. Большинство функций реализованы как основные или внешние модули. Основные модули разрабатываются командой разработчиков QGIS и автоматически входят в каждый новый релиз программы, написаны на языках программирования C++ и Python. Внешние модули находятся во внешних репозиториях и поддерживаются авторами, в большинстве случаев написаны на языке Python. Некоторые наиболее востребованные внешние модули со временем входят в ядро QGIS (Свидзинская, 2014).

Официальный сайт QGIS - http://www.qgis.org.

Файлы установки для различных операционных систем доступны на странице загрузок http://download.qgis.org.

На странице http://www.qgis.org/ru/docs/index.html представлена обширная документация. В основном она на английском языке, но некоторые документы, такие как руководство пользователя, доступны и на других языках.

Цель создания QGIS – сделать использование геоинформационных систем легким и понятным для пользователя, чего создатели отчасти добились: интерфейс программы интуитивен, русифицирован и понятен

даже для неискушенного пользователя. Интерфейс QGIS разделен на шесть частей (рис.1):

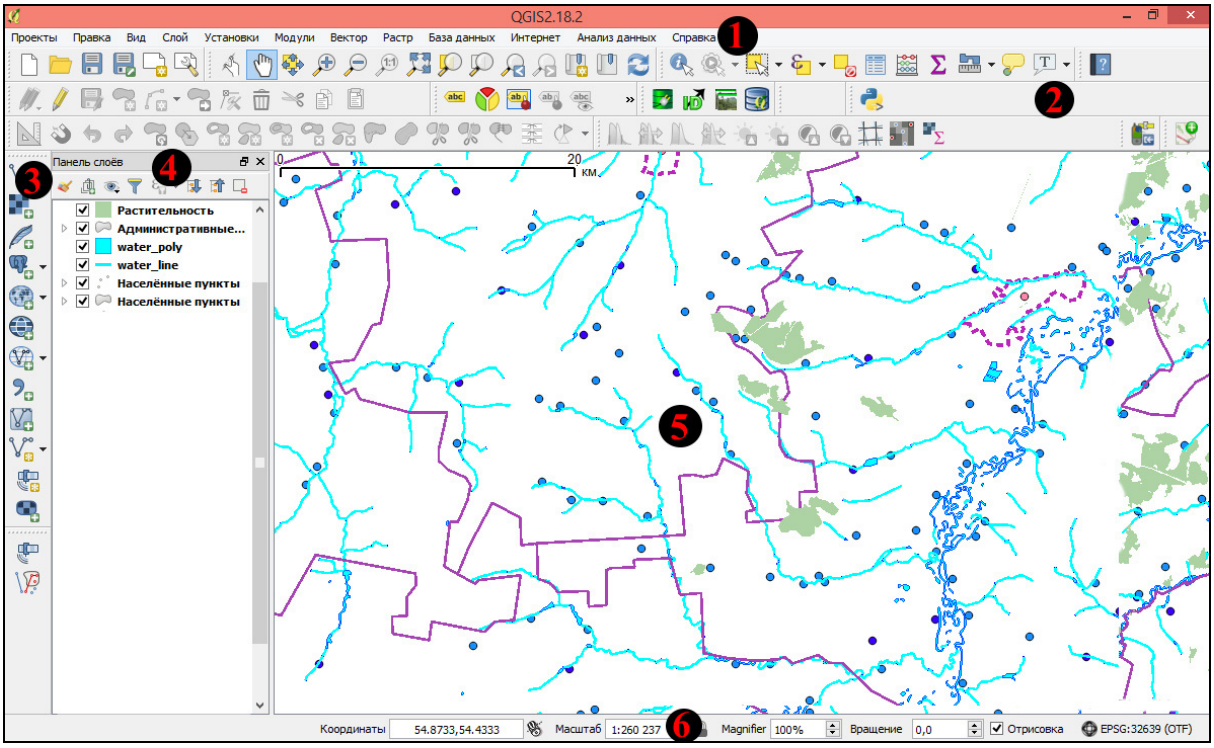


Рис. 1. Интерфейс QGIS

1 – Главное меню – предоставляет доступ ко всем возможностям QGIS в виде стандартного иерархического меню.

2 – Панели инструментов – обеспечивает доступ к большинству тех же функций, что и меню, а также содержат дополнительные инструменты для работы с картой.

3 – Панель управления слоями – отвечает за добавление или удаление слоев из различных источников.

4 – Панель слоев – содержит список всех слоев проекта. Флажок у каждого элемента используется для показа или скрытия слоя, а порядок их расположения определяет порядок отображения на карте. При нажатии правой клавиши мыши на слое, становится доступным его контекстное меню.

5 – Область карты – компоновка карты, отображение которой зависит от загруженных слоев. Данные в окне карты можно панорамировать и масштабировать.

6 – Строка состояния – отображает текущую позицию в координатах карты курсора мыши, масштаб карты, режим отрисовки и код EPSG текущей системы координат.

Знакомство с SAGA GIS

SAGA GIS (System for Automated Geoscientific Analyses) – является свободно распространяемым программным обеспечением с открытым исходным кодом. Его использование регулируется помимо лицензии GNU General Public License также лицензией GNU Library or Lesser General Public License, согласно которой некоторые модули SAGA могут оставаться проприетарными (Свидзинская, 2012).

Разработки SAGA начались в 1990 г. на кафедре физической географии Гёттингенского университета. SAGA GIS стала результатом интеграции трех прикладных программ: SARA (System for Automated Relief Analysis), SADS (System for the Analysis and Discretisation of Surfaces), DiGeM (Digitalen Geländ-demodell). Языком программирования SAGA был выбран C++, что позволило использовать существующие библиотеки, упростило и значительно ускорило процесс разработки. За последнее десятилетие пользователями SAGA стали многие научно-исследовательские институты Германии, США, Росси, Китая, Польши, Бразилии, Индии и других стран.

Являясь гибридной, SAGA GIS поддерживает векторную и растровую модели данных, специализируясь на анализе растров, также в ней предусмотрены возможности по работе с трехмерными данными, в том числе полученными в результате лидарной съемки.

Возможность работы с различными форматами файлов пространственных данных обеспечивается библиотеками GDAL (Geospatial Data Abstraction Library) – обработка файлов растровых данных и OGR (OGR Simple Features Library) – работа с файлами векторных данных.

Операции в SAGA реализуются посредством модулей, и их количество постоянно увеличивается. Для предварительной обработки, коррекции изображений, в том числе цифровых моделей рельефа используется обширная библиотека фильтров. Для анализа растровых изображений могут использоваться модули на основе методов неконтролируемой классификации и классификации с обучением, деревьев решений, объектно-ориентированных методов, позволяющих анализировать спектральную и контекстную информацию, методов сегментации изображений, спектральных преобразований и вегетационных индексов.

Анализ цифровых моделей рельефа включает модули анализа формы поверхности, зон освещенности и видимости, температуры земной поверхности, миграции вещества и энергии в твердом и жидком состоянии, гидрологии и др. SAGA включает также функции статистического анализа и моделирования, позволяющие оценивать репрезентативность, вариативность и автокорреляцию данных, взаимосвязи между спектральными, яркостными и атрибутивными показателями, моделировать различные процессы в экосистемах (распространение

пожаров, поверхностный сток, содержание почвенной влаги, распределение стока в небольших бассейнах, содержание и круговорот углерода и т. д.). Все это делает SAGA мощным инструментом для тематического картографирования и прикладного анализа в самых различных отраслях и направлениях: лесном и сельском хозяйстве, почвоведении, ландшафтоведении, геоморфологии, гидрологии и многих других (Свидзинская, 2012, 2014; Толкач, 2016).

В настоящее время SAGA работает под операционными системами MS Windows, Linux, macOS, FreeBSD. Занимает относительно небольшой объем дискового пространства.

Официальный сайт – http://www.saga-gis.org.

На онлайн-хранилище файлов https://sourceforge.net/projects/saga-gis/ содержатся файлы инсталляции и документации. Документацию можно скачать и со страницы http://www.saga-gis.org/en/index.html.

Руководство пользователя представлено на английском языке в двух томах: в первом описывается интерфейс и базовые функции, во втором – работа с некоторыми модулями (User Guide, 2010).

В открытом доступе также находятся публикации, которые углубленно знакомят с реализованными в SAGA алгоритмами и освещают сферы их применения.

Графический интерфейс SAGA GIS интуитивен, похож на интерфейс других ГИС, но имеет свои особенности. Рабочее окно делится на 6 областей (рис.2):

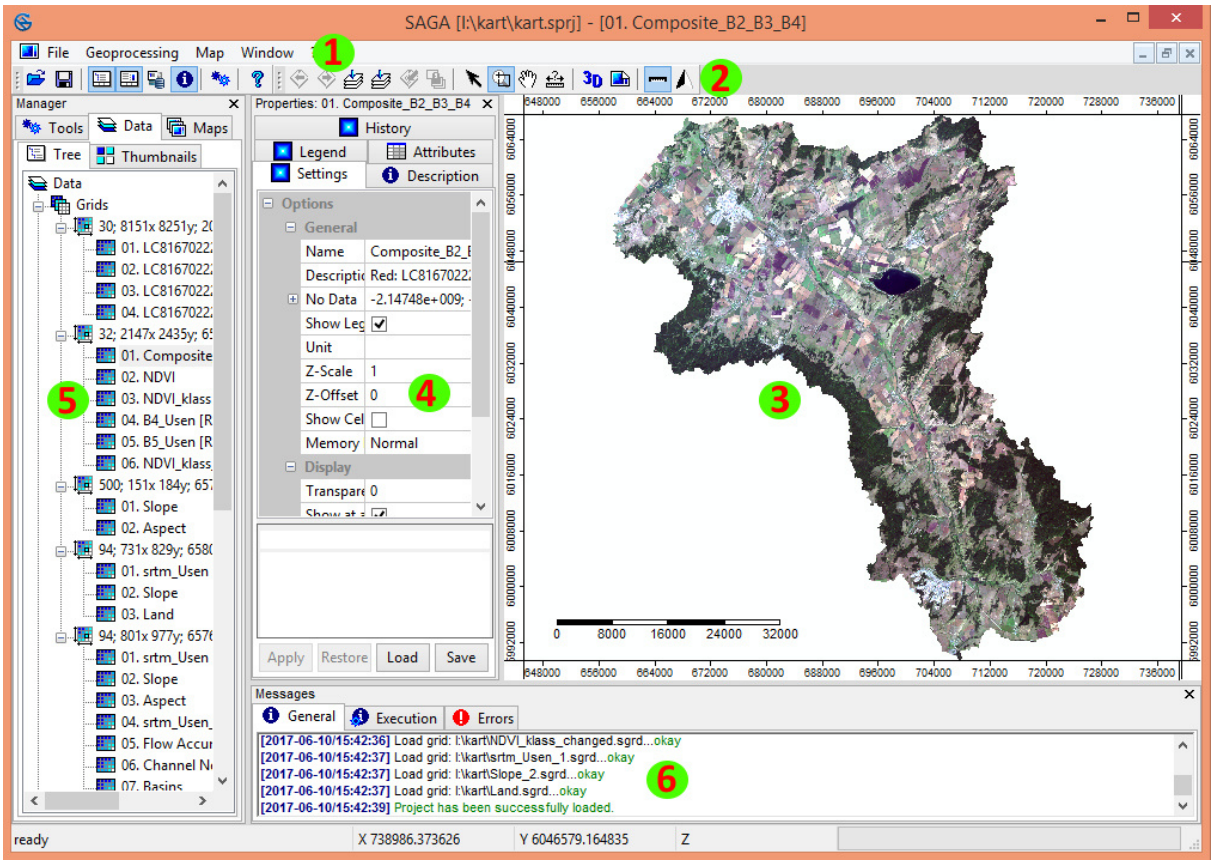


Рис. 2. Интерфейс программы SAGA GIS

1 – Главное меню. Включает 4 пункта: *File* – для операции загрузок файлов; *Geoprocessing* – для управлений данными и их анализа; *Map* – опции по работе с картами; *Window* – опции управления отображением панелей и окон.

2 – Панель пиктограммного меню отображается в зависимости от режима работы.

3 – Панель управления (*Manager*) предназначена для работы с данными и модулями. Содержит три вкладки: *Tools* – содержит опции и модули, обеспечивающие функциональность программы; *Data* – отображает перечень загруженных данных; *Maps* – отображает перечень созданных карт. Данные вкладки *Data* можно отобразить в виде иерархического дерева (Tree), а также в виде графических миниатюр, отображающих содержимое файла данных (Thumbnails). Основными типами данных являются векторные (shapes), растровые (grids), табличные (tables) и картографические данные. Векторные данные группируются по типу векторных объектов, т.е. объединяются в группу точечных объектов, линий и полигонов. Растровые данные группируются в систему гридов (растров) – перечень растров, имеющих одинаковый размер, пространственное разрешение и привязку.

4 – Панель свойств (*Properties*) отображает свойства активного объекта. Приобретает различные вкладки в зависимости от выбранной вкладки панели управления.

5 – Область отображения занимает основную часть окна программы и визуализирует картографическую информацию.

6 – Окно сообщений (*Messages*) предназначено для отображения служебной информации.

Расположение окон регулируется, что позволяет оптимизировать рабочее пространство.

Вопросы для самоконтроля

1. Что такое экологическое картографирование?
2. Как связаны экологическое картографирование и географические информационные системы?
3. Дайте определение географической информационной системы.
4. Для каких природоохранных задач могут использоваться ГИС-технологии?
5. Назовите основные элементы карты.
6. Какие модели данных используются в ГИС-программах?
7. Раскройте особенности представления объектов реального мира в формате растровых и векторных данных в среде ГИС.
8. Перечислите и опишите преимущества программ QGIS и SAGA GIS.
9. Какая из ГИС-программ специализируется на анализе растровых данных?

Литература для углубленного изучения

- Лурье, И.К. Геоинформационное картографирование. Методы геоинформатики и цифровой обработки космических снимков [Текст]: учебник / И.К. Лурье. – М.: КДУ, 2008. – 424 с.
- Сивков, В.С. Геоинформационная SAGA [Текст] / В.С.Сивков // Геопрофи №6, 2007. С.10-13.
- Свідзінська, Д. В. Методи геоекологічних досліджень: геоінформаційний практикум на основі відкритої ГІС SAGA [Текст]: навчальний посібник / Д. В. Свідзінська. – Київ: Логос, 2014. – 402 с.
- Документация QGIS 2.18. [Электронный ресурс]. - URL https://docs.qgis.org/2.18/ru/docs/user_manual/
- Свидзинская, Д.В. Основы QGIS [Электронный ресурс] / Д.В. Свидзинская, А.С. Бруй. - Киев, 2014. - 83 с. URL: http://lab.osgeo.org.ua/files/QGIS_intro.pdf
- Свидзинская Д. В. GIS-Lab: Открытая настольная ГИС SAGA – общая характеристика [Электронный ресурс]. - 2012. - URL: http://gis-lab.info/qa/saga-intro.html.
- Conrad, O. System for Automated Geoscientific Analyses (SAGA) v. 2.1.4 [Электронный ресурс] / O. Conrad, B. Bechtel, M. Bock, H. Dietrich, E. Fischer, L. Gerlitz, J. Wehberg, V. Wichmann, J. Böhner // Geosci. Model Dev., 8, 1991-2007, doi: 10.5194/gmd-8-1991-2015, URL: http://www.geosci-model-dev.net/8/1991/2015/gmd-8-1991-2015.html.
- Sutton T. A Gentle Introduction to GIS [Электронный ресурс] / T. Sutton, O. Dassau, M. Sutton. - Spatial Planning & Information, Department of Land Affairs, Eastern Cape, 2009 - 114 p. Перевод на русский язык А. Еськова представлен на портале GIS-Lab (http://gis-lab.info/qa/gentle-intro-gis.html).
- User Guide for SAGA (version 2.0.5). Volume 1 [Электронный ресурс] / Vern Cimmery, 2010. – URL: https://netix.dl.sourceforge.net/project/saga-gis/SAGA%20-%20Documentation/SAGA%202%20User%20Guide/SAGA_User_Guide_Vol1_Cimmery_version_2.0.5_20100823.pdf

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №2. СОЗДАНИЕ И НАСТРОЙКА НОВОГО ПРОЕКТА В QGIS

Теоретические сведения и постановка задачи

Одним из важных первых шагов при работе с ГИС является выбор системы координат, которая вместе с эллипсоидом и проекцией являются частью математической основы карты и ГИС в целом.

Объекты на карте связаны с реальными объектами на местности с помощью пространственных координат. Местоположение объектов на поверхности земли определяется при помощи географических координат. Хотя географические координаты хорошо подходят для определения местоположения объекта, но они не годятся для определения его пространственных характеристик, таких как длина, площадь и т.д. Поэтому данные переводят из сферических географических координат в прямоугольные спроектированные координаты.

Системы координат, в которых осуществляется ввод данных и работа в ГИС, могут отличаться от систем вывода. Например, оцифровка материалов может проводиться в одной проекции, а составление макета карты и вывод на печать – в другой.

Таким образом, существует два типа систем координат: географические системы координат и спроектированные системы координат.

Географическая система координат использует сферические угловые географические координаты (широту и долготу), базирующиеся на одном из эллипсоидов.

Единицы измерения в географических системах координат выражены в угловых величинах – градусах, радианах.

Эллипсоид (или сфероид) – фигура, упрощенно описывающая форму Земли. Эллипсоид характеризуют три параметра: большая экваториальная полуось, малая полярная полуось и полярное сжатие. В разные времена и в разных странах были приняты и закреплены различные эллипсоиды, параметры которых не совпадают между собой. В бывшем СССР и России принят эллипсоид Ф.Н.Красовского, вычисленный в 1940 г. В 1984 г. на основе спутниковых измерений вычислен международный эллипсоид WGS-84 -World Geodetic System (табл. 1).

Таблица 1

Сравнение эллипсоидов Красовского и WGS-84

Эллипсоид	Большая полуось, м	Малая полуось, м	Сжатие
Красовского	6 378 245	6 356 863	1:298,3
WGS-84	6 378 137	6 356 752	1:298,257

Карты, составленные на основе разных эллипсоидов, получаются в различающихся координатных системах. Несовпадения особенно заметны на крупномасштабных картах при определении по ним точных координат объектов (Берлянт, 2002).

Самыми распространенными географическими системами координат для территории России являются:

– универсальная геодезическая система WGS-84, базирующаяся на эллипсоиде WGS-84 с центром в центре масс земли, широко применяется за рубежом, используется в глобальной навигационной системе GPS, а также при систематической геометрической коррекции данных космической съемки поверхности Земли.

– референцная – Pulkovo-1942 (СК-42), базирующаяся на эллипсоиде Красовского, начало координат смещено относительно центра масс на расстояние около 100 м (поэтому эта система и носит название референцной или относительной), широко используется в российской картографии.

Для обеспечения математически определенного отображения поверхности эллипсоида на плоскость карты применяют картографические проекции, в которых своя система координат.

Спроектированная (спроецированная) система координат – прямоугольная система, с началом координат в определенной точке, связанная с географической системой координат набором специальных формул – проекцией.

Единицы измерения плоских прямоугольных координат линейные и могут быть выражены в метрах, футах, километрах.

Картографические проекции обычно различают по характеру искажений и по виду вспомогательной геометрической поверхности. По характеру искажений проекции делятся на равноугольные, равновеликие и произвольные. Равноугольные (конформные) проекции сохраняют величину углов. Равновеликие (равноплощадные, эквивалентные) не искажают площади. Произвольные проекции искажают и углы, и площади, при их построении стремятся найти наиболее выгодное, компромиссное для каждого конкретного случая распределение искажений.

По виду вспомогательной геометрической поверхности различают цилиндрические, азимутальные (плоскостные) и конические проекции. Цилиндрическими называют проекции, в которых сеть меридианов и параллелей с поверхности эллипсоида переносится на боковую поверхность касательного цилиндра, а затем цилиндр разрезается по образующей и развертывается в плоскость. В азимутальных проекциях сеть меридианов и параллелей переносится на касательную плоскость сфероида, в конических – на коническую поверхность (Берлянт, 2002).

Достаточно широко распространены в России и мире группа проекций UTM и Гаусса-Крюгера. Обе эти группы базируются на одной поперечной проекции Меркатора, однако имеют различную номенклатуру (нумерацию зон) и параметры проекций для каждой зоны.

UTM – (Universal Transverse Mercator) – универсальная поперечная проекция Меркатора. В этой проекции Земля делится на 60 шестиградусных зон (6°x60=360°). Зоны пронумерованы от 1 до 60 от 180° з.д. Каждая зона имеет свой центральный меридиан. Проекция UTM основана на цилиндре, ориентированном параллельно экватору, поэтому она является поперечной. Координаты UTM выражаются в метрах. Отсчёт по оси X (направление на восток) идёт от центрального меридиана зоны. Отсчёт по оси Y (направление на север) начинается от экватора. Чтобы исключить отрицательные координаты, проекция изменяет значения в начале координат. Величина сдвига от центрального меридиана - это ложный восточный сдвиг, он равен 500000 метров; величина сдвига от экватора– ложный северный сдвиг (0 метров). Проекция UTM является конформной, т.е. сохраняет форму с точным соблюдением малых форм и минимальными искажениями крупных форм внутри зоны. В определённых пределах также сохраняется направление. Имеются небольшие искажения площади. Масштаб постоянен вдоль центрального меридиана при факторе масштаба 0,9996, чтобы сократить широтные искажения внутри каждой зоны.

Проекция Гаусса-Крюгера – равноугольная поперечная цилиндрическая проекция, применяемая в нашей стране с 1935 г. для топографических карт, начиная с масштаба 1:500000 до самых крупных. Отличия от проекции UTM заключаются в следующем: во-первых, нумерация шестиградусных зон начинается от первой зоны, примыкающей к Гринвичскому меридиану с востока, следовательно, чтобы получить номер зоны проекции Гаусса-Крюгера, нужно от номера зоны проекции UTM отнять 30. Во-вторых, на центральном меридиане частный масштаб длин равен единице (Лебедева, 2000).

Проекция данных записывается в специальный файл с расширением *prj., в котором указывается система координат, проекция, единицы измерения и другие данные, важные для пространственной привязки данных. Этот файл помогает ГИС не только определить привязку данных, но и перевести их в другую проекцию, если такая команда будет дана ГИС.

Довольно распространены ситуации, в которых данные, используемые в ГИС, находятся в разных системах координат. Например, может быть векторный слой границ в проекции UTM 39N и точечный слой с метеорологической информацией, записанной в географической системе WGS-84. Если открыть эти слои в ГИС, они отобразятся в абсолютно разных местах, хотя информация относится к одной и той же территории. Для решения этой проблемы многие ГИС имеют функцию, называемую проекцией «на лету». Это значит, что можно задать определенную проекцию карты перед тем, как добавлять слои, а затем по мере добавления слоев они будут автоматически отображаться в заданной проекции, вне зависимости от того, в какой проекции они записаны изначально. Эта функция обеспечивает корректное наложение слоев даже в случае различающихся систем координат (Sutton, 2009).

Техническая постановка задачи состоит в следующем:

1. Создание нового проекта в QGIS.
2. Выбор для него картографической проекции.
3. Привязка растровой основы – контурной карты Республики Башкортостан.

Создание нового проекта и выбор проекции

В QGIS предусмотрена возможность сохранить все слои, настройки отображения и макеты в виде проекта QGIS. В нем сохраняются пути к слоям, которые были загружены в ходе сеанса работы в QGIS, а также все настройки отображения элементов и макеты. Файл проекта позволяет открыть QGIS со всем ранее подготовленным содержимым. Однако при переносе файла проекта на другой компьютер вы не сможете автоматически загрузить все слои, с которыми вы работали и сохранили в этом файле, так как информационная система будет искать их по полному пути, который относится к другому компьютеру.

Для создания нового проекта QGIS на панели инструментов или в выпадающем меню *Проекты* выберите кнопку *Создать*. Далее необходимо определиться с проекцией проекта. Поскольку в качестве растровой подложки проекта будет использоваться контурная карта Республики Башкортостан, необходимо выбрать ту проекцию, в которой и создана контурная карта. Это позволит избежать искажений растровой основы.

Большая часть карт на территорию Республики Башкортостан создана в проекции Гаусса-Крюгера, её и следует выбрать. Для этого нажмите *Свойства проекта* и во вкладке *Система координат* выберите прямоугольную систему координат *Pulkovo 1942 / Gauss-Kruger zone 10.* Ее идентификатор в базе EPSG (European Petroleum Survey Group) - 28410 (рис.3).

При сохранении проекта через пункт *Сохранить как* выберите папку, в которой будут храниться файлы, и дайте название проекту, например Ecolog. Проект запишется в выбранную папку в виде специального файла с расширением *.qgs.

Для дальнейшей работы необходимо произвести еще одну настройку. Перейдите в диалоговое окно *Установки – Параметры – Система координат* и активируйте параметр *Автоматически включать перепроецирование «на лету», если слои имеют разные системы координат* (рис.4).

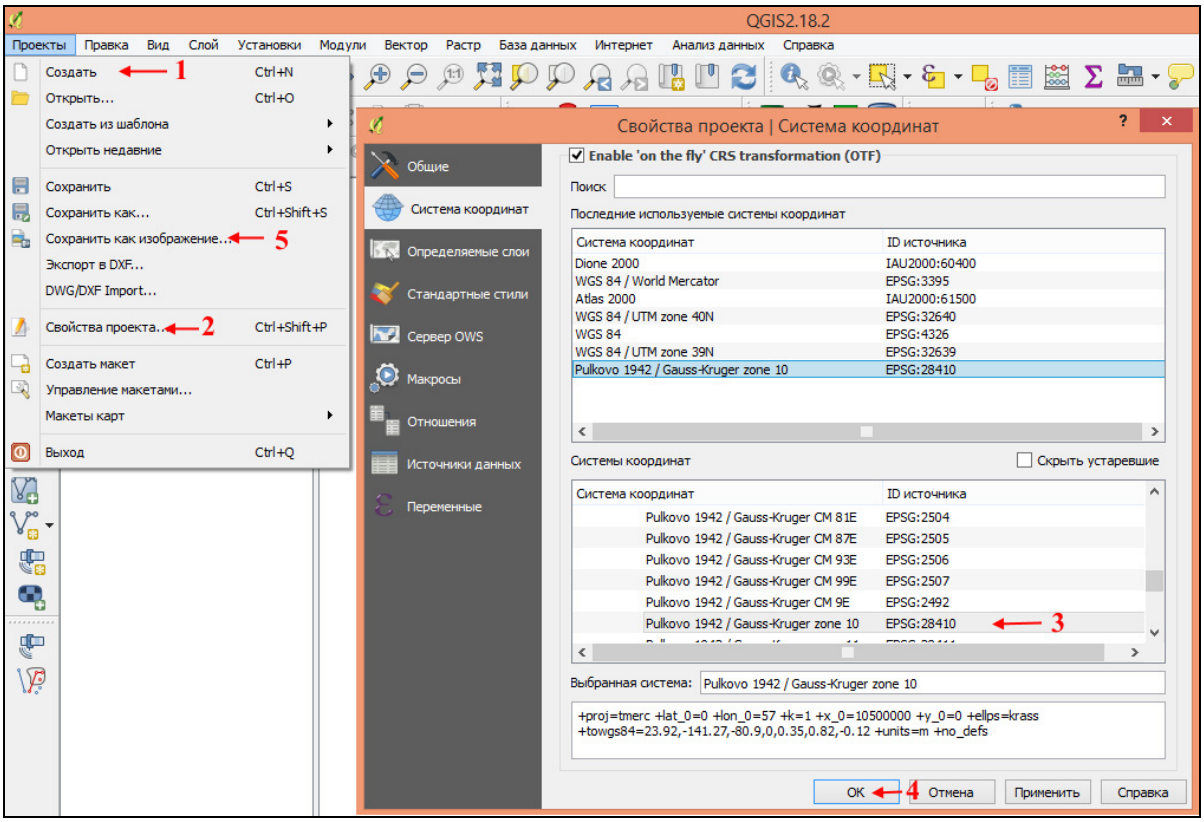


Рис.3. Выбор системы координат для нового проекта

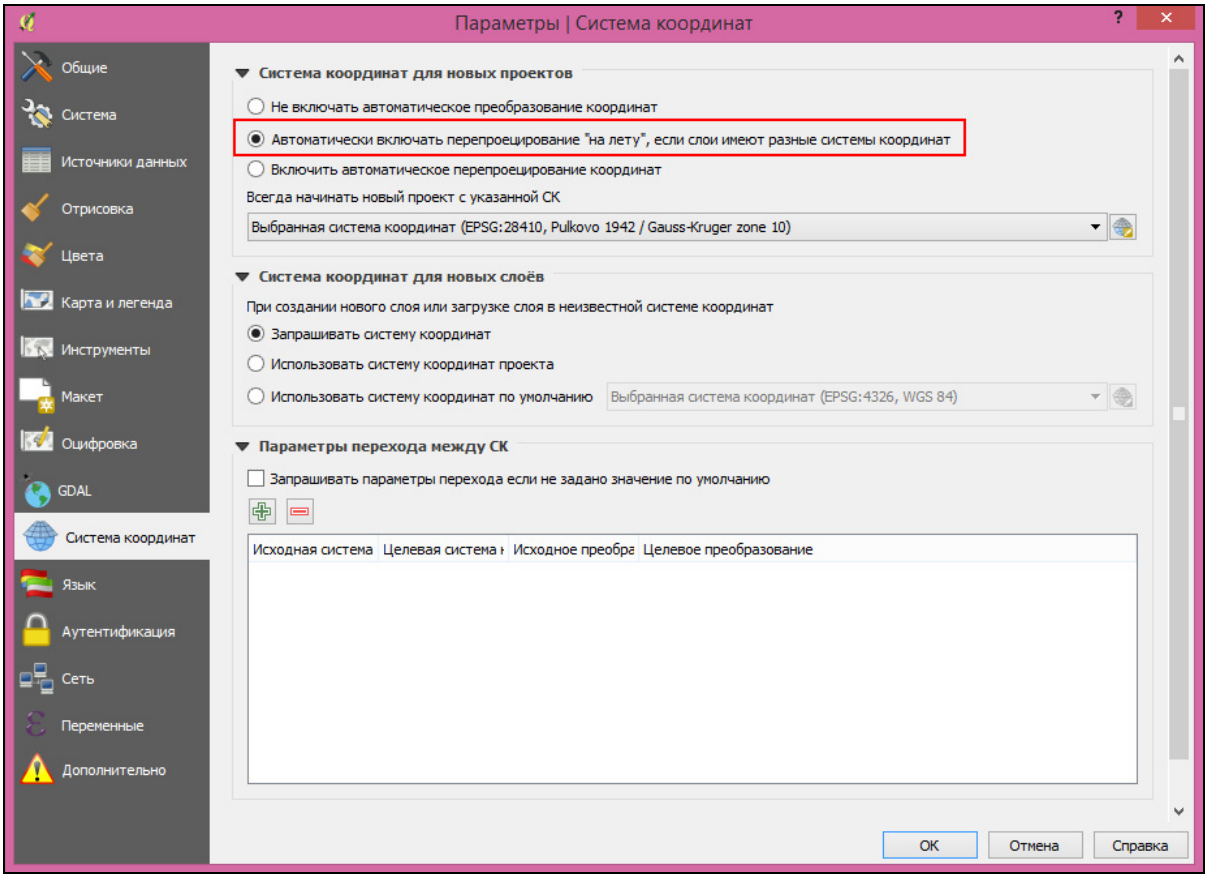


Рис.4. Базовые настройки работы с проекциями

Это означает, что если в проект добавляется слой с отличной от проекта системой координат, то осуществляется его автоматическое преобразование в систему координат проекта, так называемое перепроецирование «на лету». При этом проекция самого слоя не меняется, а лишь на основе известных параметров трансформируется на время работы в проекте.

Привязка растровой основы

На просторах Интернета найдите контурную карту или любую разгруженную карту Республики Башкортостан, на которой легко распознаются местоположения населенных пунктов. Эта карта и будет служить подложкой или растровой основой.

Выделите на ней населенные пункты с известными координатами, желательно чтобы они располагались равномерно во всех частях карты. Например, Акъяр (51°51′32″с.ш., 58°13′16″в.д.), Новобелокатай (55°42′22″ с.ш., 58°57′17″ в.д.), Стерлитамак (53°37′28″с.ш., 55°57′00″в.д.), Туймазы (54°36′23″с.ш., 53°42′34″в.д.), Учалы (54°17′58″с.ш., 59°27′07″в.д.), Янаул (56°16′30″с.ш., 54°56′01″ в.д.). Они будут служить точками привязки.

Процесс привязки трансформирует растровую основу в соответствии с введенными координатами точек привязки и обеспечит географическую корректность.

Для начала процесса привязки зайдите в меню *Растр – Привязка растров*. В появившемся окне с помощью кнопки *Открыть растр* откройте привязываемый слой. При этом программа предложит выбрать систему координат. Ввиду того, что координаты населенных пунктов приведены во всемирной системе координат WGS 84 (World Geodetic System 1984), именно ее и нужно выбрать среди географических систем координат. А включенная ранее функция перепроецирования «на лету» трансформирует растр таким образом, чтобы он был совместим с проекцией Гаусса-Крюгера.

Расстановка точек привязки производится с помощью инструмента *Добавить точку*. Увеличьте изображение привязываемого изображения в области выбранной точки привязки, щелкните курсором по этой точке, например, по городу Янаул, и в появившемся окне введите координаты города: долготу и широту (рис.5).

После нажатия *ОК* на карте появится точка, идентификатор с номером и ее координаты, переведенные в десятичные градусы. Проделайте эту же операцию с другими населенными пунктами. Должно быть не менее 4-5 точек привязок.

После указания всех точек нажмите кнопку *Параметры трансформации (*кнопка на панели инструментов с изображением шестеренки*)*. В появившемся окне в графе *Целевой растр* укажите папку, в которой необходимо сохранить файл, дайте название создаваемому файлу.

В этом же окне необходимо выбрать тип трансформации растра. Доступно несколько методов, в том числе:

– линейная – используется для генерирования файла географической регистрации (world-файла). Отличается от других алгоритмов, т. к. фактически не трансформирует растр. Этот способ не подходит для привязки сканированных материалов;

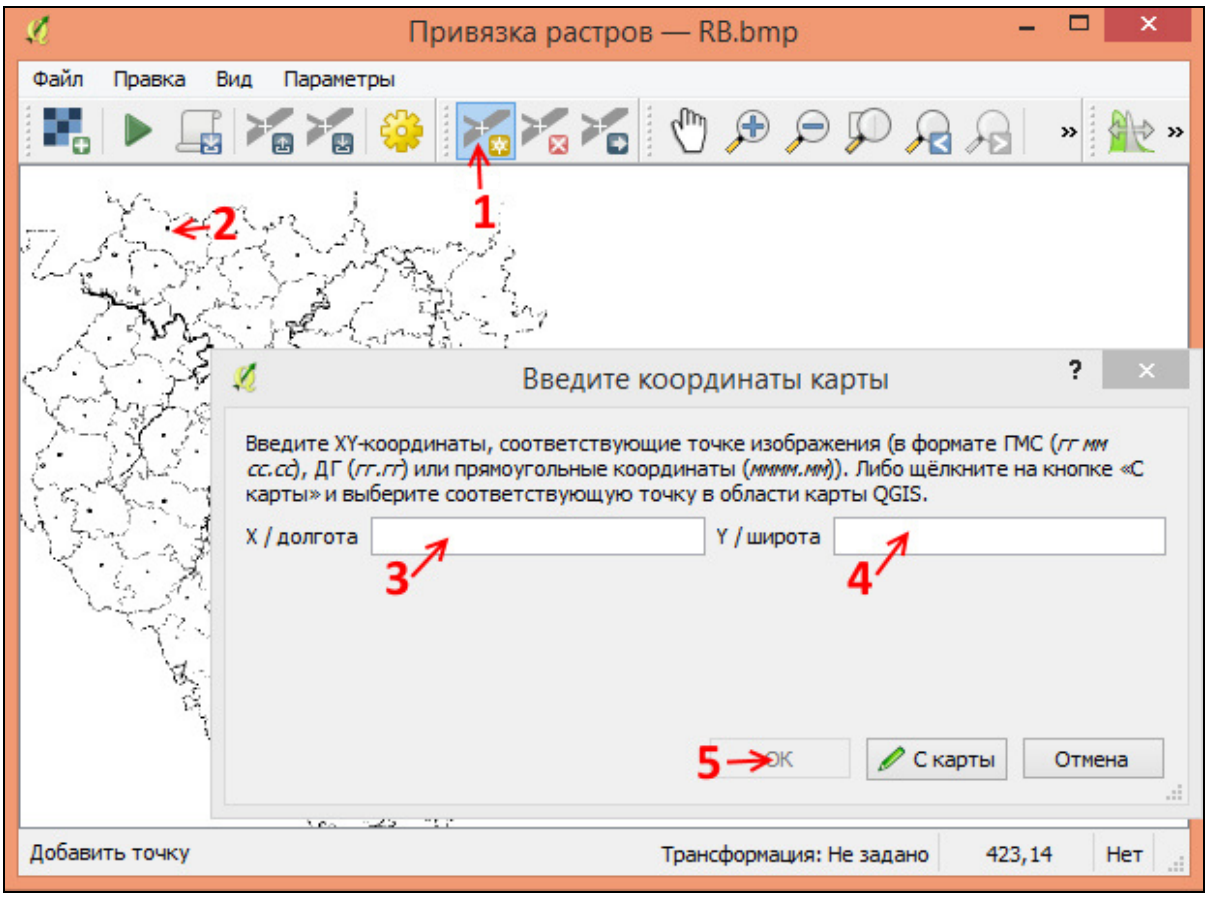


Рис.5. Последовательность операций по привязке растров

– Гельмерта – производит простые масштабирующие и поворотные трансформации;

– полиномиальные трансформации 1–3 порядков – одни из наиболее широко распространенных, в частности трансформация 2-го порядка, которая наряду с растягиванием растра позволяет и его искривление. Полиномиальная трансформация 1-го порядка (аффинная) сохраняет коллинеарность (параллельность) и позволяет делать масштабирование, смещение и поворот исходного растра. В целом, чем выше порядок полинома, тем сильнее трансформация исходного растра и больше число минимально необходимых точек привязки;

– тонкостенный сплайн (The Thin Plate Spline – TPS) – более современный метод трансформации, позволяющий осуществлять локальные трансформации данных с целью «подогнать» их под точки привязки (аналог метода «резинового листа»). Этот алгоритм хорошо зарекомендовал себя при привязке исходных материалов низкого качества;

– проективная трансформация – линейное вращение и смещение координат (Свидзинская, Бруй, 2014).

После выбора типа трансформации выберите метод интерполяции, остальные параметры оставьте по умолчанию (рис.6). Нажмите *ОК*.

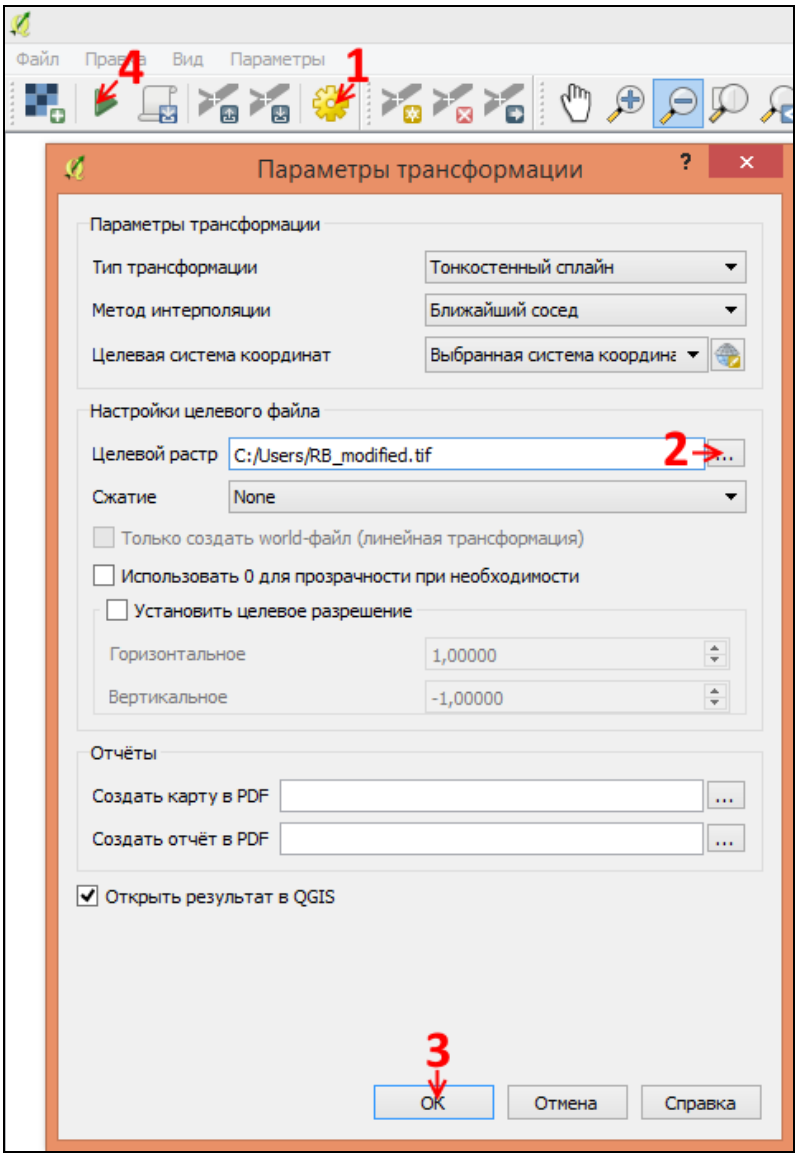


Рис.6. Параметры трансформации

Чтобы запустить процедуру привязки, нажмите кнопку *Начать привязку растра*. После ее завершения геопривязанный растр появится в основном окне карты, а в списке *Панели слоев* появится новый слой.

Если в результате привязки растра появилась черная обрамляющая рамка, убрать ее очень легко (рис.7).

Кликните правой клавишей мыши на растровом слое в списке *Панели слоев*, из появившегося контекстного меню выберите *Свойства – Прозрачность,* в графе *Дополнительное значение* впишите цифру 0 (рис.8).

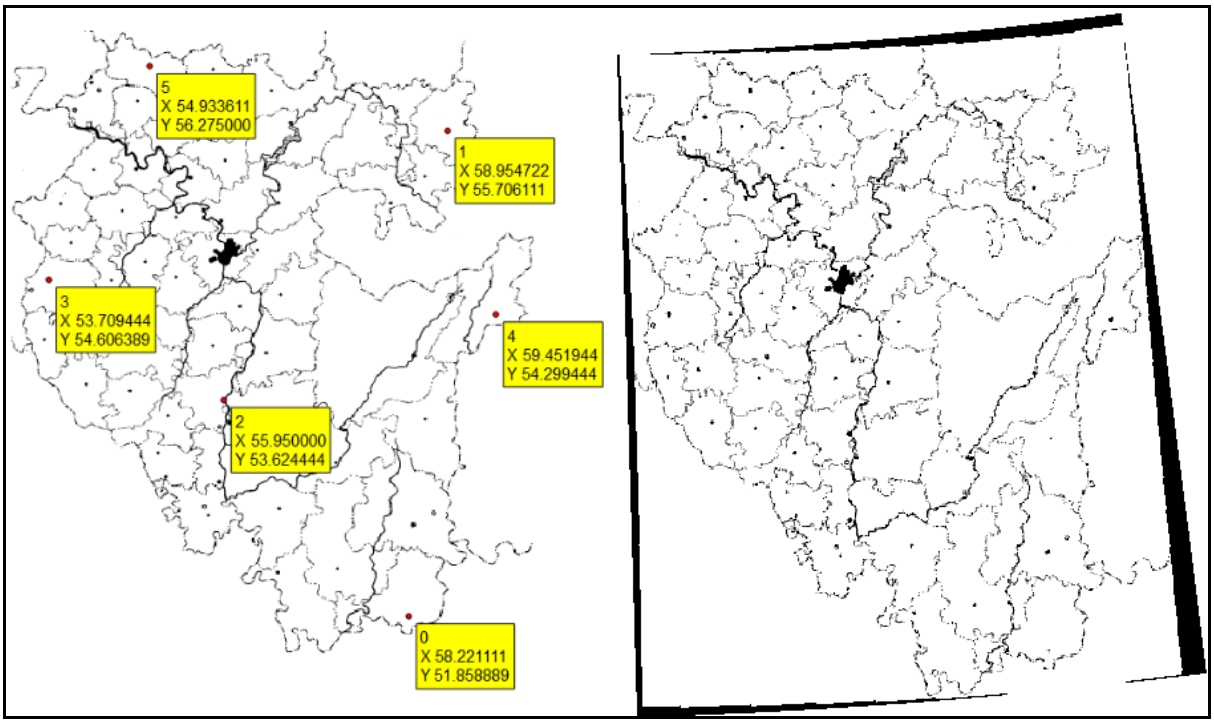


Рис.7. Привязка растра: а – расставленные точки привязки; б – результат привязки с обрамлением

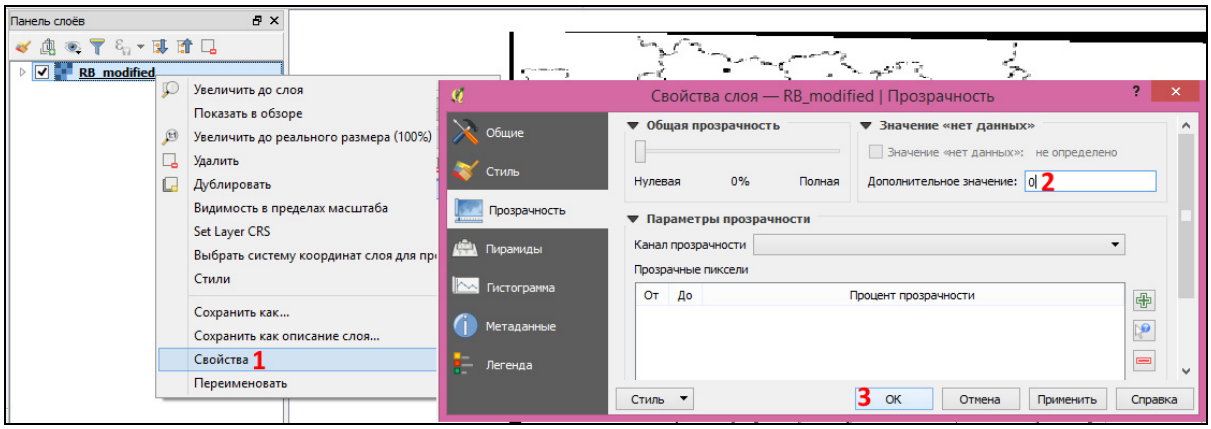


Рис.8. Избавление от черной рамки растра

Чтобы записать информацию о проекции непосредственно в файл геопривязанного изображения в формате GeoTIFF, выберите меню *Растр – Проекции – Назначить проекцию*. В открывшемся окне выберите ваш геопривязанный файл и требуемую систему координат. После выполнения операции геопривязанный файл можно будет открывать в других ГИС-программах без дополнительных манипуляций по ручному указанию системы координат.

Для фиксации введенных изменений сохраните проект с помощью кнопки *Сохранить*.

Вопросы для самоконтроля

1. Дайте сравнительную характеристику географическим и спроецированным системам координат.

2. В чем заключается сходство и различия проекций UTM и Гаусса-Крюгера?
3. Для чего необходима географическая привязка растра?
4. Почему для создаваемого проекта выбрана проекция Гаусса-Крюгера, а для привязываемого растра WGS 84?
5. Что означает код EPSG при выборе проекций?
6. Для чего в проекте QGIS необходимо включать опцию «Перепроецирование «на лету»?
7. С помощью каких действий осуществляется привязка растровой основы в проекте QGIS?

Литература для углубленного изучения

1. Берлянт, А.М. Картография [Текст]: учебник для вузов. – М.: Аспект Пресс, 2002. – 336 с.
2. Лебедева, О.А. Картографические проекции [Текст]: методическое пособие. – Новосибирск, 2000. – 37 с.
3. Sutton T. A Gentle Introduction to GIS [Текст] / T. Sutton, O. Dassau, M. Sutton. - Spatial Planning & Information, Department of Land Affairs, Eastern Cape, 2009 - 114 p.
4. Свидзинская, Д.В. Основы QGIS [Электронный ресурс] / Д.В. Свидзинская, А.С. Бруй. - Киев, 2014. - 83 с. URL: http://lab.osgeo.org.ua/files/QGIS_intro.pdf

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №3. ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ДАННЫХ О ВЫБРОСАХ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ ПО ГОРОДАМ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН

Теоретические сведения и постановка задачи

Визуализация результатов экологического мониторинга необходима как для наглядного их представления, так и для интерпретации и анализа полученных данных.

Существует ряд способов картографического изображения экологических характеристик: значками, линейными условными знаками, изолиниями, ареалами, локализованными диаграммами и др. При их выборе учитывается характер картографируемых данных, масштаб карты, характер распространения загрязняющих веществ и другие параметры.

Способ значков применяется для передачи планового положения, количественных и качественных характеристик объектов, по своим размерам не выражающихся в масштабе карты, но имеющих четкую точечную локализацию. Форма или цвет значка обычно отражают качественные особенности объекта или явления, а его размер или внутренняя структура – количественную характеристику. Способ значков применяется для обозначения пунктов экологического мониторинга и места отбора проб, места обитания редких видов флоры и фауны и другие небольшие по геометрическим размерам, но важные для содержания карт объекты. На мелкомасштабных картах значками обозначаются объемы и состав выбросов и сбросов загрязняющих веществ по городам и крупным промышленным объектам, а также состав и степень остроты экологических проблем городов.

Способ локализованных диаграмм – способ изображения на карте явлений, имеющих сплошное или линейное распространение с помощью графиков или диаграмм, показывающих явление в местах его изучения. Например, изображение изменения температуры воздуха по месяцам года с помощью кривых, показывающих это изменение в местах нахождения метеостанций. Способом локализованных диаграмм в основном передается сезонная, межгодовая или иная изменчивость показателей заболеваемости, концентрации отдельных веществ, общих уровней загрязнения атмосферы или гидросферы, условия рассеяния или потенциала самоочищения.

У способов значков и локализованных диаграмм есть общая черта: рисунки, выражающие количественные и качественные особенности объектов, на карте оказываются привязанными к точке. Однако при использовании способа значков этой точкой является пункт фактической локализации явления, а при использовании способа локализованных диаграмм – пункт наблюдения за явлением (метеостанция, гидропост).

Способ изолиний – способ изображения явлений, имеющих сплошное распространение с помощью кривых линий, соединяющих на карте точки с одинаковыми значениями какого-либо количественного показателя

явления. Например, изогипсы – линии, соединяющие точки, расположенные на одинаковой высоте над уровнем моря, изотермы – точки с одинаковыми значениями температуры, изобары – точки с одинаковыми значениями давления, изогиеты – точки с одинаковыми значениями осадков. Расстояние между изолиниями на карте называется заложением изолиний и характеризует градиент поля (например, уклон поверхности). Чем меньше заложение, т.е. расстояние между изолиниями, тем выше градиент (круче поверхность), и наоборот, большие заложения свидетельствуют о пологой поверхности, о низких градиентах. Автоматическое проведение изолиний выполняется по цифровым моделям с помощью специальных интерполяционных программ.

Способ псевдоизолиний применяется для отражения не реальных, а искусственных, абстрактных полей. Используется, например, для показа «промышленного рельефа» – плотности объектов индустрии на единицу площади или «поля расселения» – числа жителей на единицу площади. Таким образом, речь идет о псевдоизолиниях, т.е. изолиниях, отображающих распределение дискретных объектов, которые не образуют сплошного поля, и проводятся на основе интерполяции расчетных статистических показателей.

Способ качественного фона используется для качественной характеристики явлений сплошного или рассеянного распространения. Территория делится на качественно однородные контуры, которые окрашиваются или штрихуются в соответствии с качественной характеристикой. Этот способ самым тесным образом связан с классификационным подразделением территории, ее дифференциацией по какому–либо признаку, с типологическим районированием, например, с выделением районов сельскохозяйственной специализации, ландшафтов, типов почвенного покрова, растительных ассоциаций.

Способ количественного фона применяется для передачи количественных различий явлений сплошного распространения в пределах выделенных районов. Подобно качественному фону он всегда сопряжен с районированием, но по количественному признаку. Окраска или штриховка выполняется по шкале, т.е. интенсивность возрастает или убывает в соответствии с изменением признака. Например, карты районирования территории по степени расчленения рельефа.

Способ ареалов – способ изображения на карте области ограниченного по площади распространения какого-либо явления с помощью площадного графического средства. Например, распространение животных и растений, месторождения полезных ископаемых. Графические средства изображения ареалов могут быть разнообразными: границы, фоновая окраска, штриховка, значки, надписи, индексы. Существует принципиальная разница между значковым способом, когда каждый знак точно относится к объекту, локализованному в том или ином пункте, и значком ареала, характеризующим площадь.

Точечный способ – способ изображения на карте рассредоточенных объектов или явлений множеством точек одинакового размера, обозначающих одинаковое количество единиц объекта и располагаемых соответственно его размещению и концентрации. Например, размещение сельского населения, когда вес одной точки составляет фиксированное количество жителей.

Способ линейных знаков – применяется для изображения на карте различных линейных объектов (границ, водораздельных линий), ширина которых не выражается в масштабе карты. Разный рисунок и цвет линейных знаков передают качественные и количественные характеристики объектов: тип береговой линии, глубину заложения разломов и т.д.

Способ знаков движения – предназначен для отображения пространственных перемещений (морских течений, миграций животных) с помощью линий движения и векторов.

Картодиаграмма – способ изображения суммарной величины (структуры, динамики) явления в каждой единице территориального деления с помощью диаграммных фигур, выражающих эту величину и помещаемых внутри каждой такой единицы. Обычно используется на картах, составленных по статистическим данным. Способ картодиаграмм пользуется широким распространением в экологическом картографировании при изображении объемов выбросов и сбросов, количества отходов, объемов внесения удобрений и пестицидов (Берлянт, 2002; Стурман, 2003).

Техническая постановка задачи состоит в том, чтобы на карте Республики Башкортостан показать объемы выбросов загрязняющих веществ в атмосферу по городам республики за определенный период времени. Визуализацию информации произвести с помощью локализованных диаграмм. Информацию по выбросам можно взять из ежегодных Государственных докладов о состоянии природных ресурсов и окружающей среды Министерства природопользования и экологии Республики Башкортостан (Гос. доклад, 2016).

Работа состоит из нескольких этапов:

1. Создание точечного векторного слоя городов.
2. Внесение по каждому городу атрибутивной информации, состоящей из трех пунктов: наименование города, объемы выбросов от стационарных источников и от транспорта.
3. Манипуляции со свойствами векторного слоя: подписывание значениями атрибута «Наименование»; построение диаграммы по атрибутам, выражающих объемы выбросов.

Создание нового векторного слоя

Чтобы на карте отобразить данные экологического мониторинга по городам, необходимо создать слой, отображающий эти города. Это должен

быть векторный точечный слой, в атрибутах которого содержатся названия городов и экологические показатели.

Откройте проект *Ecolog*, в котором уже содержится привязанный растровый слой с административными границами Республики Башкортостан и обозначениями крупных населенных пунктов.

Зайдите в меню *Слой – Создать слой - Создать shape-файл*. В появившемся окне укажите дополнительные настройки: тип – точка, кодировка – windows-1251, система координат - EPSG: 28410 – Pulkovo 1942 / Gauss-Kruger zone 10.

Отличительное свойство векторных объектов – наличие атрибутивной информации. При формировании нового слоя автоматически создается поле для первого атрибута. Это поле называется *id*, его тип *Integer* – целое число. При создании каждого векторного объекта программа будет требовать заполнения этого поля.

Далее необходимо добавить поля для дополнительных атрибутов, таких как наименование города, объем выбросов от стационарных источников, объев выбросов от транспорта. Для этого в строке *Имя нового поля* впишите «*Наименование*». В строке *Тип* выберите *Текст (string)* длиной *20* символов и нажмите кнопку *Добавить в список полей*.

Аналогичным образом добавьте еще 2 атрибута: первый назовите «*Стационарные*», второй – «*Транспорт*», у обоих тип – *Десятичное число (real)*, длина – 20 символов; точность – 1 знак. После добавления всех полей нажмите ОК (рис.9).

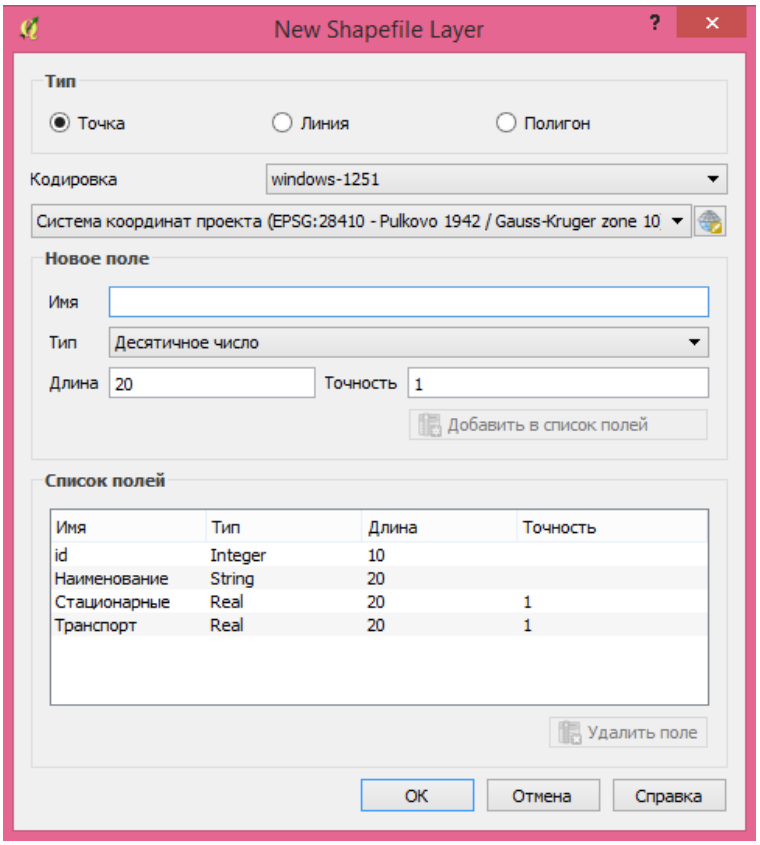


Рис.9. Создание нового векторного слоя

После этого появится окно *Сохранить слой как*, в котором нужно указать папку для сохранения и дать имя файлу, например, *city*. Векторный слой в формате shape-файла сохранится в виде нескольких файлов с разными расширениями, где:

1 - *.shp – содержит геометрическую информацию об объектах.

2 - *.dbf – содержит атрибутивную информацию.

3 - *.shx – индексный файл, вспомогательная информация, позволяющая ГИС-приложению быстро находить объекты при поиске.

4 - *.prj – содержит информацию о проекции

В результате слой *city* появится в списке на *Панели слоев*. Далее нужно добавить в него элементы. Для этого активируйте его – кликните по нему левой клавишей мыши. На панели инструментов нажмите кнопку *Режим редактирования* (изображение карандаша), затем кнопку *Добавить объект* (изображение трех зеленых точек со снежинкой). Теперь кликните на карте по точке, указывающей местоположение города, например, Благовещенска. Появится окно с его атрибутами. Заполните все атрибуты, подтвердите действия нажатием ОК и сохраните изменения кнопкой *Сохранить правки* (рис.10).

Аналогичным образом добавьте и другие города на карту. Сохраните все изменения.

Чтобы посмотреть введенную атрибутивную информацию, активизируйте векторный слой на панели слоев, правой клавишей мыши вызовите контекстное меню, выберите *Открыть таблицу атрибутов*. Появится таблица, в которой можно просмотреть введенную информацию и при необходимости внести корректировки.

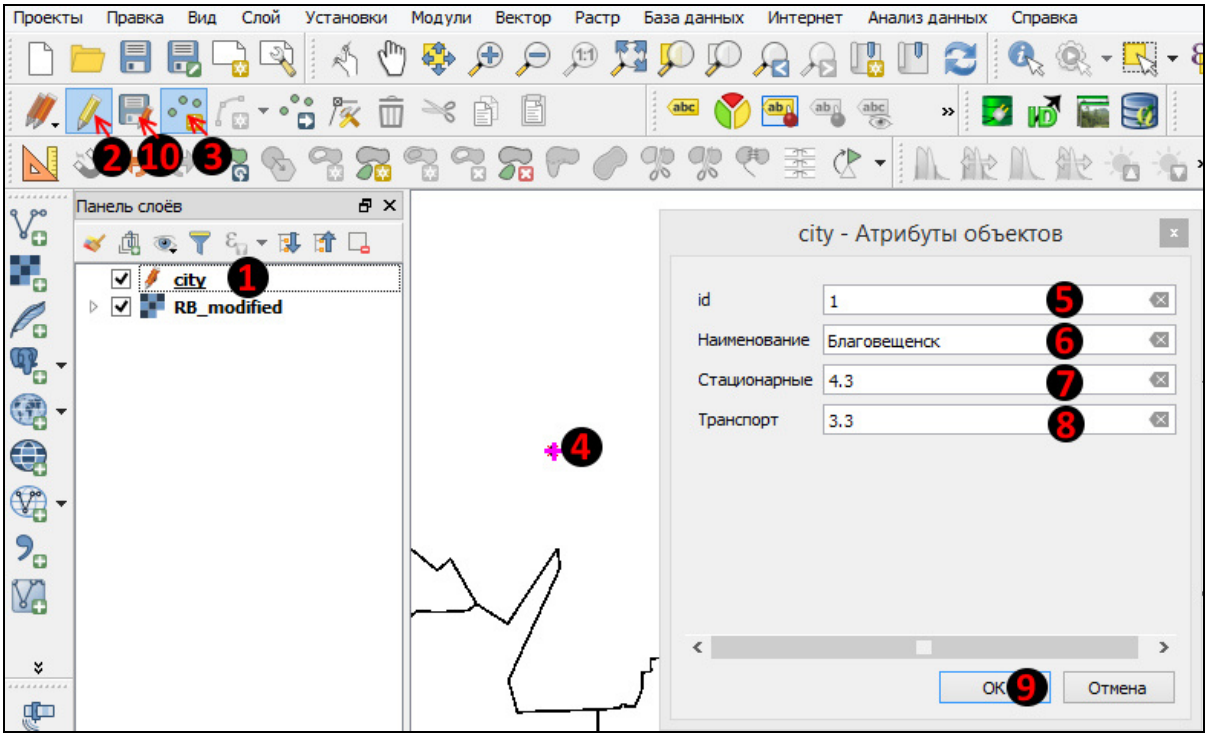


Рис.10. Добавление элементов в векторный слой

Добавление подписей к объектам слоя

Чтобы на карте отображались названия городов, необходимо настроить параметры подписей слоя. Для этого правой клавишей мыши вызовите контекстное меню слоя *city*. Выберите строку *Свойства*. В появившемся окне перейдите на вкладку *Подписи*. В верхней строчке выберите правило *Показывать подписи для этого слоя*. В строке *Подписывать значениями* укажите поле *Наименование*. Здесь же можете настроить и другие параметры подписей слоя: текст, форматирование, буфер, фон, тень, размещение и отрисовку (рис.11).

После завершения настройки подписей нажмите кнопку ОК. В результате названия городов должны появиться на карте. Если шрифт получился или слишком большим, или наоборот, слишком маленьким, можете вернуться в настройки свойства слоя и внести соответствующие поправки.

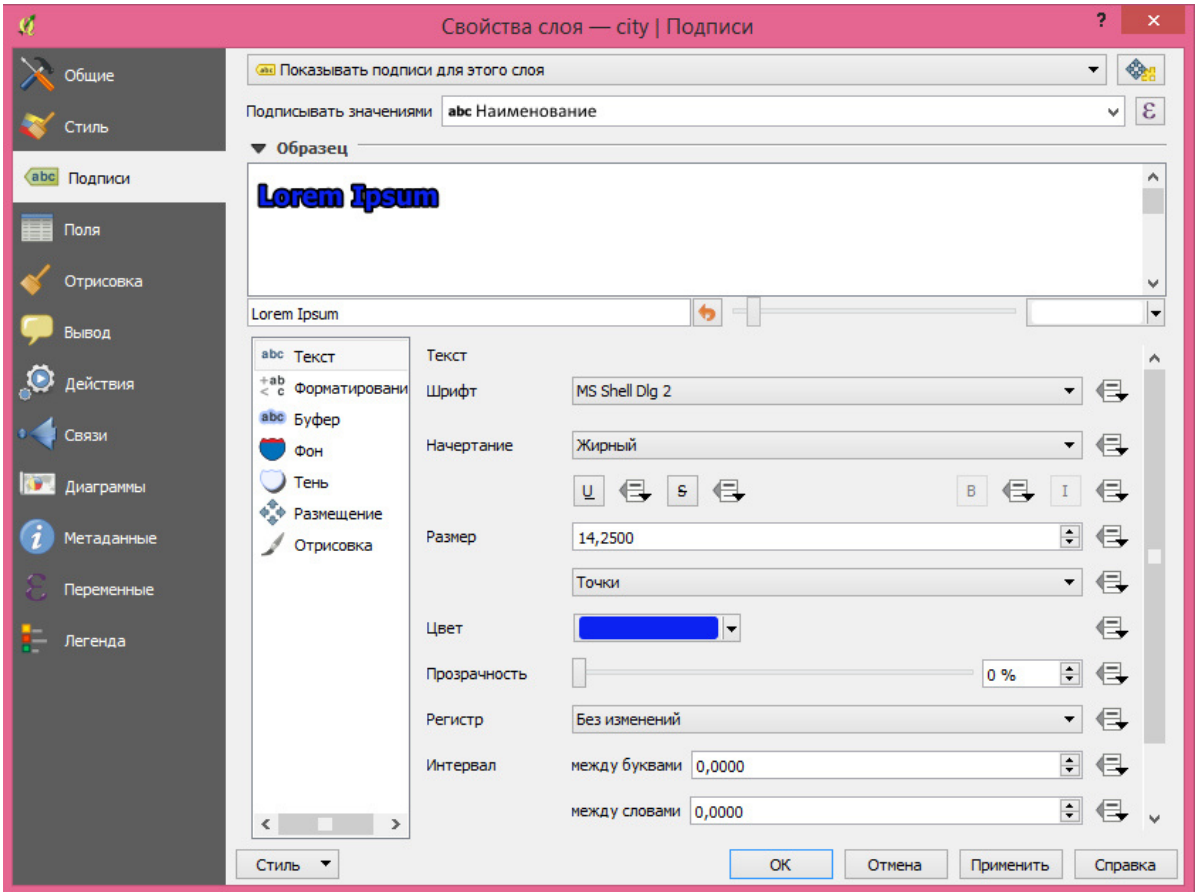


Рис.11. Настройка параметров подписей слоя

Визуализация атрибутивных данных

Для визуализации объемов выбросов загрязняющих веществ в атмосферу целесообразно воспользоваться способом локализованных круговых диаграмм. Необходимо подобрать шкалу размеров диаграмм таким обра-

зом, чтобы размер радиуса значка показывал годовой объем загрязняющих веществ в атмосферу. При этом площадь круга была разделена на два сектора так, чтобы угловые величины секторов отображали объемы по источникам загрязнения.

Все это возможно настроить с помощью инструмента *Диаграммы*. Кликните правой клавишей мыши на слое *city* в списке *Панели слоев*, выберите строку *Свойства* и перейдите на вкладку *Диаграммы*.

В верхней части диалогового окна выберите тип диаграммы – *Круговая*. Во вкладке *Атрибуты - Включенные в диаграммы* добавьте два элемента: *«Стационарные»* и *«Транспорт»*. Здесь же можете настроить их цвета и обозначение в легенде (рис.12).

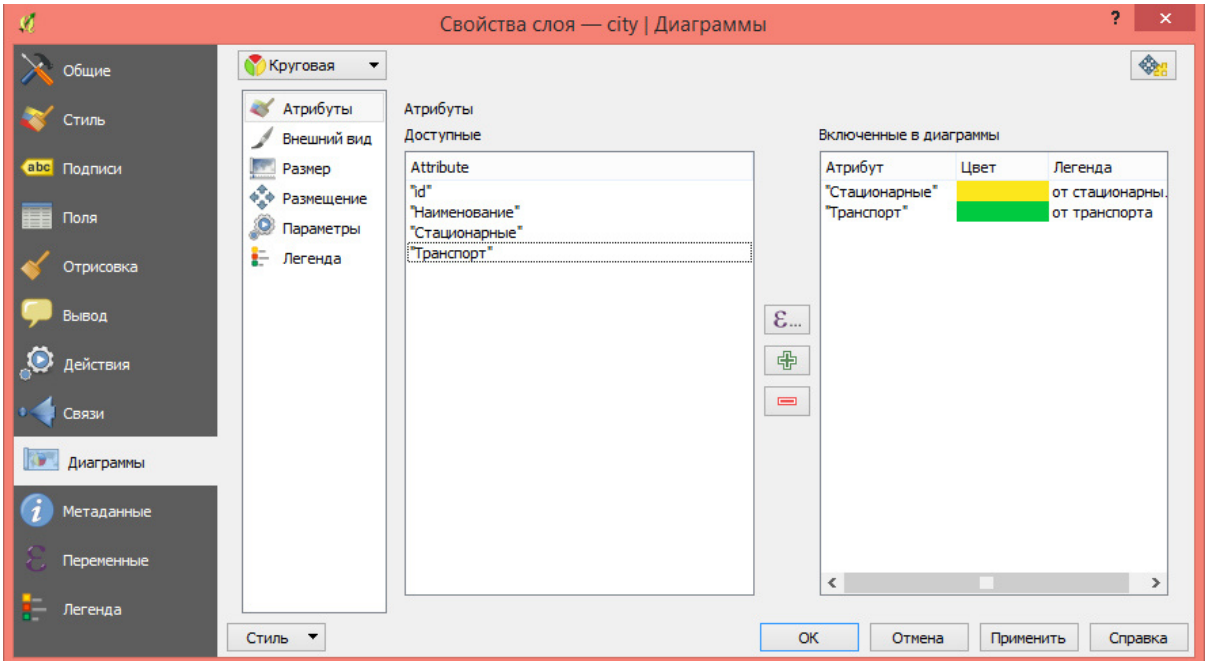


Рис.12. Включение атрибутов в построение диаграммы

Во вкладке *Размер* активизируйте параметр *Масштабируемый*, это позволит диаграммам линейно масштабироваться в зависимости от значений атрибутов. В поле *Атрибут* укажите сумму значений двух атрибутов: *«Стационарные»* и *«Транспорт»*. Операцию сложения можно настроить с помощью кнопки эпсилон, которая размещена рядом с этим полем.

После нажатия кнопки *Найти,* максимальная сумма отобразится в соответствующем поле. Введите размер диаграммы, который будет соответствовать максимальному значению, например, 35 миллиметров (рис.13).

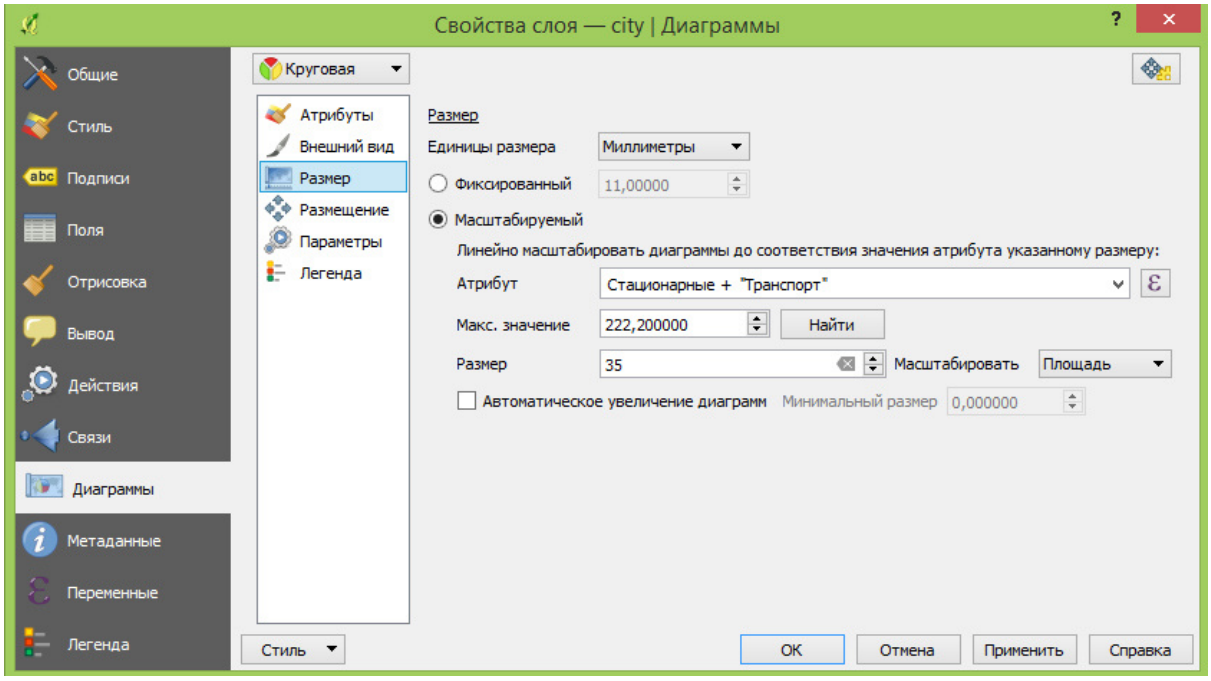


Рис.13. Настройка размеров диаграммы

Во вкладке *Легенда* активизируйте параметры, позволяющие включить в легенду элементы диаграммы и размерные значки (рис.14) и нажмите OK.

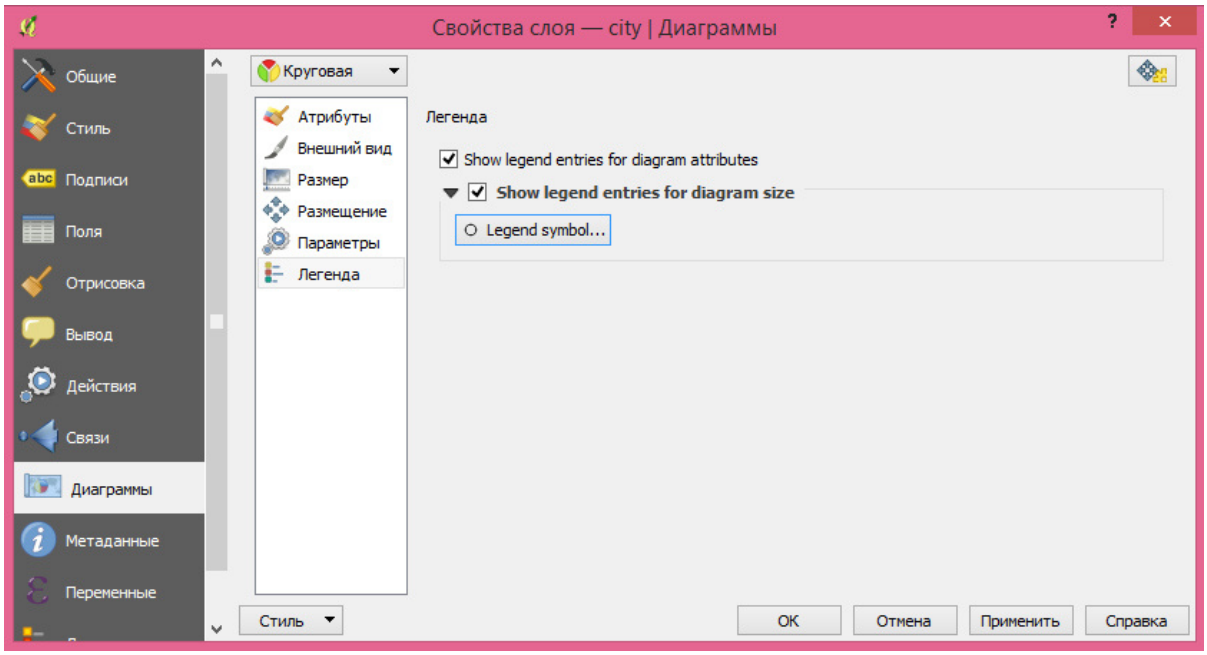


Рис.14. Включение элементов диаграммы в легенду карты

В результате на карте появятся диаграммы, отражающие объемы выбросов по городам Республики Башкортостан. Сохраните изменения.

Макет печати

Чтобы получить итоговую карту-схему в необходимом формате или готовую к печати, необходимо настроить *Макет печати*. Эта процедура позволяет создать компоновку карты, т.е. настроить размер, масштаб карты, добавить в нее легенду, масштабную линейку, различные фигуры, стрелки и текстовые блоки.

После того как в области карты требуемое изображение отрисовывается и выглядит так, как требуется, зайдите в меню *Проекты - Создать макет*. Откроется окно, в центре которого пустой лист. Чтобы добавить карту на этот лист, выберите *Макет – Добавить карту* и нарисуйте прямоугольник на листе, зажав левую клавишу мыши и протягивая курсор (рис.15).

Аналогичным образом добавьте на карту легенду и масштабную линейку. Изменить их свойства можно на вкладке *Свойства элемента* и с помощью кнопок на панели инструментов.

Чтобы сохранить получившуюся карту-схему в виде изображения, выберите *Макет – Экспорт в изображение*. Выберите тип файла, например, BMP или JPEG, и дайте название файлу. Карта-схема готова (рис.16).

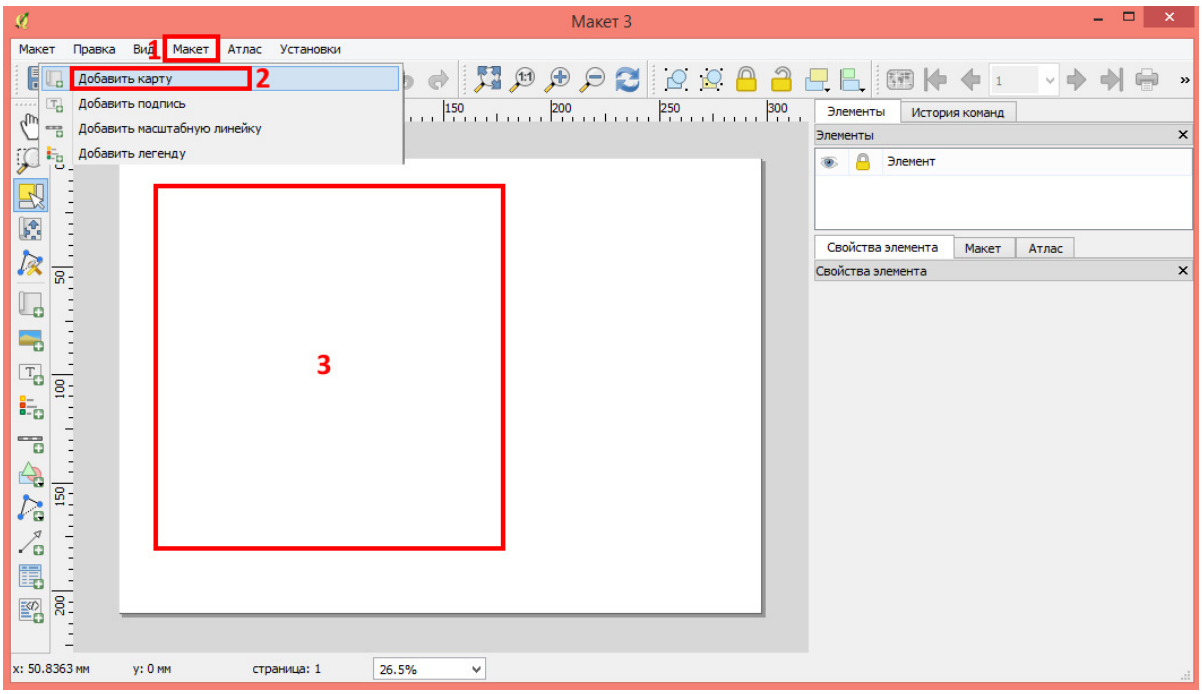


Рис.15. Макет печати

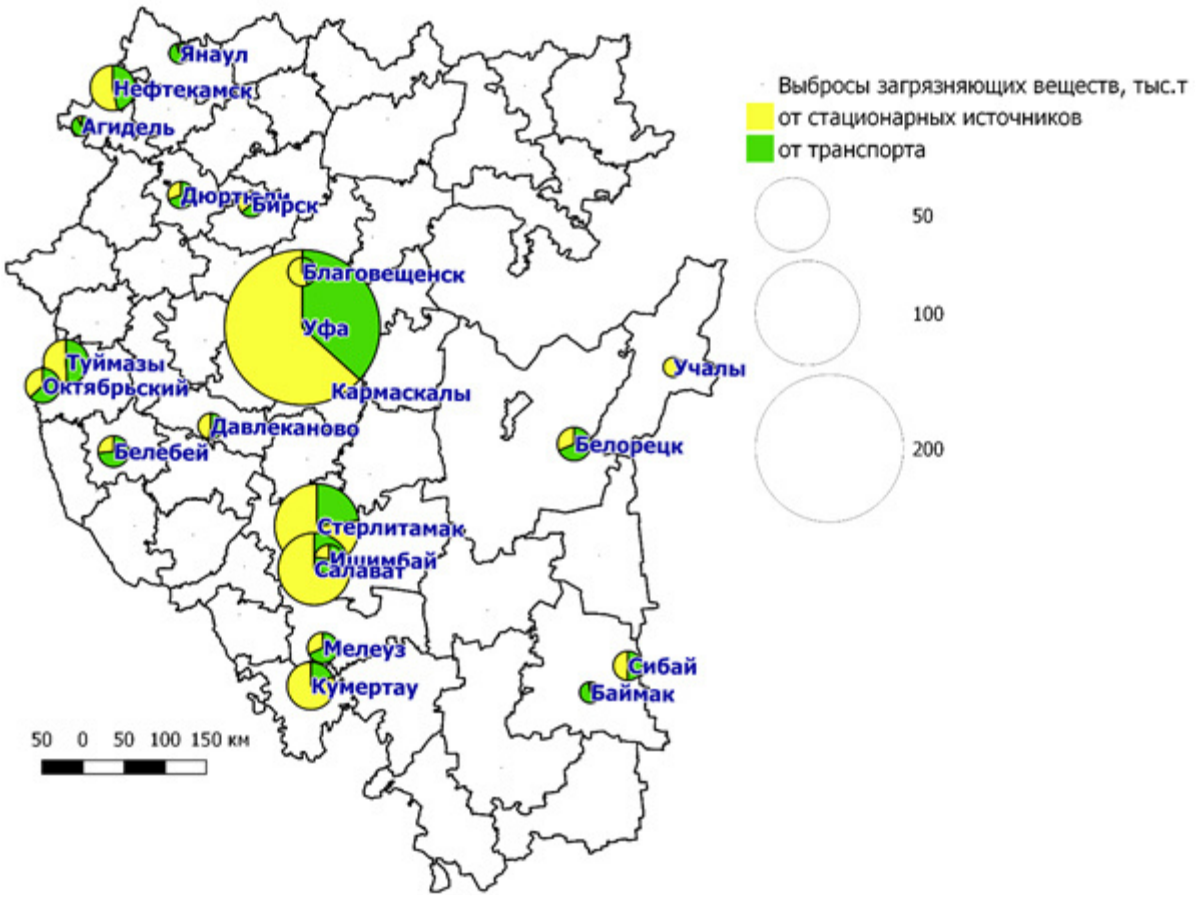


Рис.16. Карта-схема выбросов загрязняющих веществ в городах Республики Башкортостан за 2015 год

Вопросы для самоконтроля

1. Какими способами картографического отображения можно наглядно показать выбросы загрязняющих веществ в атмосферу?
2. Какие явления и процессы можно показать на картах с помощью локализованных диаграмм?
3. Какую дополнительную атрибутивную информацию можно привязать к населенным пунктам?
4. Как на карте создать подписи с названиями городов?
5. Как на карте создать диаграммы, отображающие объемы выбросов по городам?
6. Для чего нужно настраивать макет печати?
7. Как добавить масштабную линейку в макет карты?
8. Чем отличаются абсолютные шкалы от относительных? Какая шкала использована при создании легенды в практической работе №3?

Литература для углубленного изучения

1. Берлянт, А.М. Картография [Текст]: учебник для вузов. – М.: Аспект Пресс, 2002. – 336 с.

2. Государственный доклад о состоянии природных ресурсов и окружающей среды Республики Башкортостан в 2015 году [Текст]. – Уфа: Министерство природопользования и экологии Республики Башкортостан, 2016. – 310 с.
3. Стурман, В.И. Экологическое картографирование [Текст]: учебное пособие / В.И. Стурман. –М.: Аспект Пресс, 2003. – 251 с.
4. Стурман, В.И. Современные подходы к картографированию загрязнения атмосферного воздуха за рубежом и в России [Текст] / В.И.Стурман, А.В.Семакина // Известия РГО. – Т.146, вып.2. – 2014. – С.28-37.
5. Свидзинская, Д.В. Основы QGIS [Электронный ресурс] / Д.В. Свидзинская, А.С. Бруй. - Киев, 2014. - 83 с. - URL: http://lab.osgeo.org.ua/files/QGIS_intro.pdf.
6. QGIS - Свободная географическая информационная система с открытым кодом (version 2.18.2) [Электронный ресурс]. - URL: http://www.qgis.org/ru/site/.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №4. МОРФОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ РЕЛЬЕФА В SAGA GIS

Теоретические сведения и постановка задачи

В экологическом картографировании широко используются способы получения экологической информации при анализе геометрии рельефа и других геокомпонентов (размеров, характеристик формы, ориентации в пространстве, рисунка, взаимного расположения, расстояния от факторов и т.д.). Ввиду того, что рельеф хорошо воспринимается зрительно и описывается математическими моделями, сформировалось целое научное направление – геоморфометрия (geomorphometry, digital terrain analysis), занимающееся цифровым анализом рельефа методами дифференциальной геометрии.

Морфометрические параметры:

Геометрические (величина уклона, экспозиция склона, различные виды кривизны земной поверхности, оценка зон видимости) – описывают морфологические особенности территории, определяющие скорость и интенсивность потоков вещества и энергии, динамику склоновых процессов.

Гидрологические (направление стока, водосборные бассейны, топографический индекс влажности, индекс мощности линейной эрозии, индекс баланса геомасс, оценка зон потенциального затопления) – используются для оценки поверхностного стока, степени увлажнения почвы и перемещения обломочного материала.

Топографо-микроклиматические (показатели потенциальной солнечной радиации и инсоляции, дифференциации температуры земной поверхности, воздействия ветра) – характеризуют влияние земной поверхности на особенности распределения солнечной радиации, температурного поля и воздействия ветра.

Параметры вертикальной дифференциации природной среды (относительная высота, глубина речной долины и др.).

В области экологического мониторинга данные о рельефе выступают в качестве информационной базы для расчета и моделирования потенциальных зон загрязнения. При моделировании движения воздушных масс учитываются направление поверхностного стока и, соответственно, направление загрязняющих веществ, которые могут попасть со стоком в речные системы.

К наиболее значимым характеристикам рельефа, оказывающих влияние на природные процессы и явления, а также на структуру биогеоценозов, относят абсолютную высоту, углы наклонов поверхности и экспозицию склонов.

Абсолютная высота (гипсометрический фактор) – расстояние по вертикали от точки поверхности Земли до среднего уровня океана. Влияние абсолютной высоты на климат, почвы и растительность

сказывается не только в горах с их вертикальной зональностью, но и на небольших возвышенностях. Для возвышенностей выделяют явление «вертикальной дифференциации», причиной которого служит не столько положение над уровнем моря, сколько геоморфологические факторы (расчлененность рельефа) и связанное с ними изменение почвенно-гидрологических условий (Соколова, 2016).

Уклон поверхности (Slope) – фундаментальный геоморфометрический параметр, представляет собой угол наклона в точке пересечения горизонтальной плоскости и плоскости, касательной к земной поверхности; фиксирует градиент высот между двумя заданными точками. Простота расчета и информативность этого показателя делают уклон поверхности наиболее часто используемым в моделировании поверхностного и внутрипочвенного стока, эрозии, индикационном картографировании в физической географии и близких отраслях. Уклон поверхности закономерно связан со следующими процессами и характеристиками ландшафта:

- поверхностный сток и дренирование – чем круче склон, тем интенсивнее поверхностный сток и меньше инфильтрация влаги в почву;
- интенсивность эрозии растет экспоненциально с увеличением уклона;
- мощность почвенного профиля на склоне закономерно изменяется в соответствии с уклоном и относительной высотой;
- количество поступающей солнечной энергии также зависит от уклона, поскольку он определяет угол падения солнечных лучей на земную поверхность;
- все вышеперечисленные факторы напрямую или косвенно сказываются на особенностях растительного покрова.

Экспозиция поверхности (Aspect) – угол по часовой стрелке между северным направлением и проекцией уклона на горизонтальную плоскость фиксирует направление (азимут) максимального уклона земной поверхности.

Интерпретация экспозиции ведется в нескольких аспектах, поскольку она характеризует:

- основное направление линий тока, т.е. вода (или другой способный к перемещению материал) движется под действием силы тяжести вниз по склону в направлении, которое определяется экспозицией. Эта зависимость положена в основу алгоритма моделирования поверхностного стока (см. практическую работу №5);
- ориентацию участка по отношению к потоку солнечных лучей и количество радиации, получаемой земной поверхностью – инсоляцию. Экспозиция существенно влияет на микроклимат участка. В северном полушарии склоны южной экспозиции прогреваются лучше, чем северные склоны. Кроме того, южные склоны суше северных (Свидзинская, 2013).

Традиционно на топографических картах для изображения рельефа применяются способы изолиний и значков. Однако на

геоморфологических картах для изображения форм рельефа применяют способы качественного фона и ареалов.

В последнее время основным способом представления рельефа является цифровая модель рельефа (ЦМР, DEM – digital elevation model). Она представляет собой растровое покрытие Grid-тему, где каждой ячейке растра соответствует определенное значение высоты рельефа местности. Это покрытие является сплошным, что выгодно отличает его от векторного изображения изолиний и точек высот.

Основной характеристикой растровой модели рельефа является ее пространственное разрешение – линейный размер ячейки растра, выраженный обычно в метрах, характеризующее детальность, или степень генерализации данных.

ЦМР позволяет визуализировать рельеф и выполнять разнообразные расчеты и преобразования, автоматически строить производные морфометрические карты: уклонов и экспозиции склонов, расчленения, зон видимости/невидимости и др. В автоматическом режиме можно восстанавливать тальвеги рек и всю эрозионную сеть (Берлянт, 2002).

Источниками исходных данных для создания ЦМР являются топографические карты, аэрофотоснимки, космические снимки в оптическом и радиолокационном диапазонах спектра, данные воздушного лазерного сканирования, данные альтиметрической съемки, данные, полученные с помощью спутниковых систем позиционирования, нивелирования и других методов геодезии.

Благодаря развитию дистанционного зондирования Земли в открытом доступе появились и нашли отражение в многочисленных научных и практических работах глобальные цифровые модели рельефа (ЦМР, DEM – digital elevation model), отличающиеся разрешением, покрытием и точностью.

Одним из наиболее часто используемых источников данных для построения ЦМР является база данных SRTM (Shuttle Radar Topographic Mission) – данных радарной топографической съемки поверхности земного шара, произведенной методом радарной интерферометрии с борта космического корабля многоразового использования – шаттла. Данная съемка проводилась в течение 11 дней в феврале 2000 г. почти на всей территории суши от 60° с. ш. до 54° ю. ш. и на некоторых участках океанов с помощью двух радиолокационных сенсоров SIR-C и X-SAR. В результате обработки полученных данных радарной съемки была получена цифровая модель рельефа, охватывающая 85 % поверхности Земли. Разрешение глобальной цифровой модели рельефа SRTM равно 3 арксекундам по долготе и по широте.

Данные SRTM доступны бесплатно в нескольких версиях: предварительной (версия 1), окончательной (версия 2) и обработанных (версии 3 и 4). Окончательная версия прошла дополнительную обработку: выделение береговых линий и водных объектов, фильтрацию ошибочных значений. Обработанные версии производятся CGIAR (Consultative Group

for International Agriculture Research), поставляются в формате GeoTIFF (Geo Tagged Image File Format) с исправленными областями, в которых были пропущены значения, и включают сборку мозаик в более крупные фрагменты (5° х 5°, а не 1° х 1°, как в двух первых версиях). Последняя версия этой модели обеспечивает абсолютную точность по высоте около 8,8 м и относительную – по высоте 6,2 м; ее данные общедоступны (http://srtm.csi.cgiar.org).

Возможность свободного доступа обеспечила очень широкий спектр использования этой модели рельефа в отраслевых научных исследованиях. Данные представляют собой простой 16-битный растр, значение пикселя является высотой над уровнем моря в данной точке. Используется система координат WGS84 (World Geodetic System 1984).

Еще одна общедоступная глобальная ЦМР – ASTER GDEM (http://gdex.cr.usgs.gov/gdex/) – охватывает поверхность суши между 83° с. ш. и 83° ю. ш. Сенсор ASTER запущен на борту спутника Terra в декабре 1999 г. Сенсор имеет возможность стереоскопической съемки вдоль полосы пролета с помощью двух телескопов. ЦМР разделена на фрагменты размером 1° × 1°. ASTER GDEM распространяется в формате GeoTIFF с разрешением 1 арксекунда. Оценка точности высотного положения точек 20 м и 30 м в плане. Пока эта модель по качеству и точности уступает SRTM, которая создавалась значительно дольше (Сутырина, 2013).

Обработка ЦМР средствами ГИС позволяет получать не только набор “традиционных” производных расчетных морфометрических показателей рельефа, таких как углы наклона, экспозиции, показатели расчлененности рельефа, но и проводить более глубокий их анализ, для этого разработаны и используются, например, алгоритмы расчета кривизны земной поверхности, фрактального и двухмерного спектрального анализа рельефа, геоэкологической обстановки урбанизированных территорий.

Для обработки цифровых моделей рельефа давно и успешно используются соответствующие модули полнофункциональных программных средств ГИС. Это коммерческое программное обеспечение или программное обеспечение с открытым исходным кодом. Для малобюджетных проектов оптимальны в применении MicroDEM (Peter Guth, Oceanography Department, U.S. Naval Academy), SAGA (Institute of Geography, University of Hamburg, Germany), QGIS, а также некоторые другие программные продукты в формате проектов Open Source Geospatial Foundation – некоммерческой организации, миссия которой заключается в поддержке совместной разработки геопространственного программного обеспечения с открытым исходным кодом и способствовании его широкому использованию (Кошкарев и др., 2011).

Техническая постановка задачи состоит в том, чтобы на основе цифровой модели рельефа SRTM-3, а именно с использованием его фрагмента srtm_47_02 построить основные морфометрические

характеристики рельефа – гипсометрическую карту, углов наклона и экспозиции склонов для окрестностей реки Усень, протекающей по территории Туймазинского района Республики Башкортостан.

Для этого необходимо:

1. Импортировать в SAGA GIS фрагмент ЦМР srtm_47_02.
2. Перевести данные в прямоугольную проекцию.
3. Обрезать фрагмент ЦМР по выбранному полигону.
4. Построить гипсометрическую карту, придав ей цвета топографической карты.
5. Построить карту крутизны склонов в градусах, а затем сгруппировать градусы в 5 классов.
6. Построить карту экспозиции склонов в градусах, а затем сгруппировать градусы в 8 румбов.

Импорт ЦМР SRTM-3 в SAGA GIS

Откройте программу SAGA GIS, появится окно *Select Startup Project* для выбора проекта. Выберите новый проект – *empty* и нажмите *OK*.

Для импорта фрагмента цифровой модели рельефа откройте вкладку *Tools* панели управления и выберите инструмент *Import/Export - GDAL/OGR – Import Raster*. В появившемся диалоговом окне укажите файл srtm_47_02 с расширением *.tif, уберите галочки с дополнительных опций и нажмите *Okay* (рис.17).

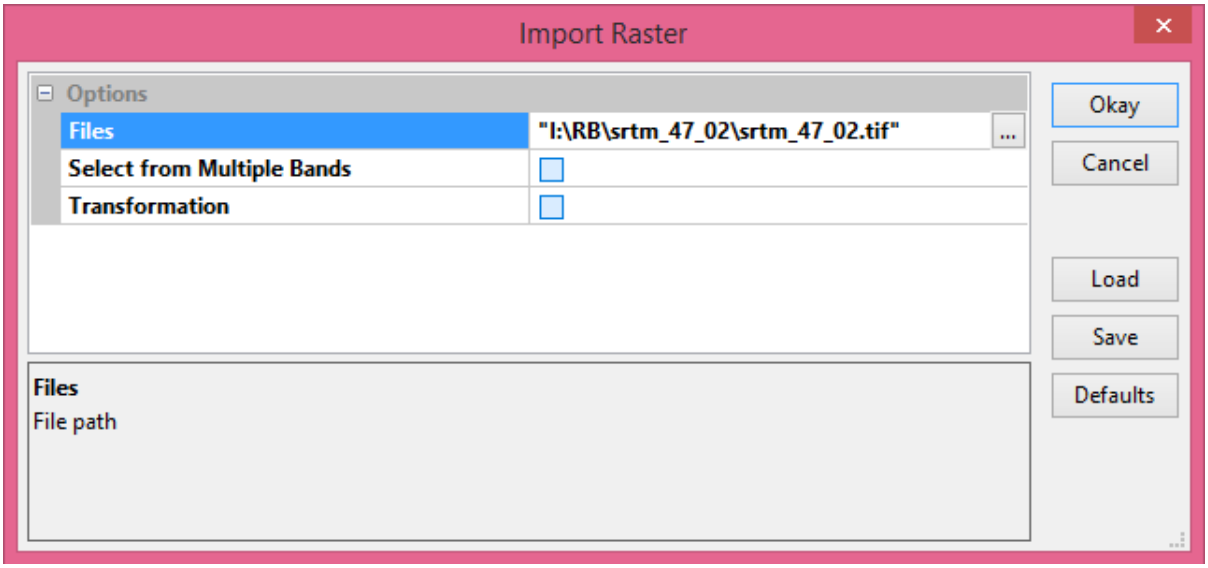


Рис.17. Диалоговое окно инструмента Import Raster

Дождитесь уведомления *Tool execution succeeded* в окне сообщений, свидетельствующее о завершении работы инструмента.

Перейдите во вкладку *Data* панели управления и двойным нажатием клавиши мыши откройте элемент *srtm_47_02* (рис.18).

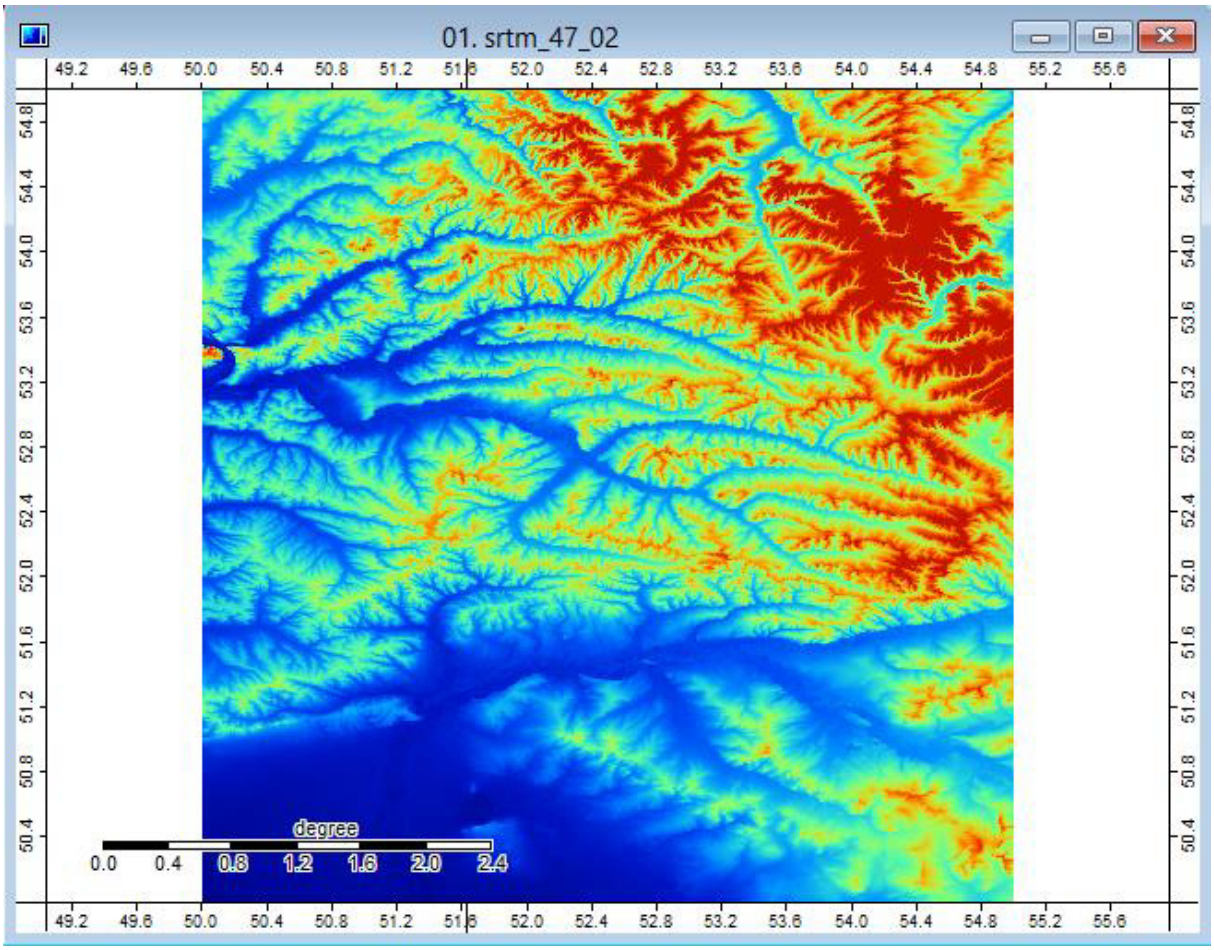


Рис.18. Импортированный фрагмент srtm_47_02

Во вкладке *Description* панели свойств можете ознакомиться с проекцией, охватом карты, количеством пикселей и другими характеристиками карты.

Для дальнейшей работы импортированный файл необходимо сохранить в специальном формате с расширением *.sgrd, для этого выберите пункт *Save As* в контекстном меню карты, укажите папку для сохранения файла и нажмите кнопку *Save*.

Перепроецирование данных

Данные SRTM распространяются в географической системе координат на основе эллипсоида WGS 84, поэтому для дальнейшего анализа требуется их перевести в прямоугольную систему координат. Для этого выберите инструмент *Projection – Proj.4 – Proj.4 (Dialog, Grid)*.

В появившемся окне необходимо указать параметры исходной и целевой проекций. В качестве исходной (*Source Projection Parameters*) выберите географическую систему координат *Lat/long (Geodetic)* с предопределенным датумом *WGS 84*. Остальные параметры оставьте без изменения.

В качестве целевой проекции (*Target Projection Parameters*) выберите Универсальную поперечную проекцию Меркатора (*Universal Transverse*

Mercator - UTM). Исследуемая нами территория в этой проекции находится в 39-й зоне. Поэтому в общих параметрах (*General Settings*) необходимо указать номер центрального меридиана – *51*, ложный восточный сдвиг – *500000* и масштабный коэффициент – *0,9996* (рис.19).

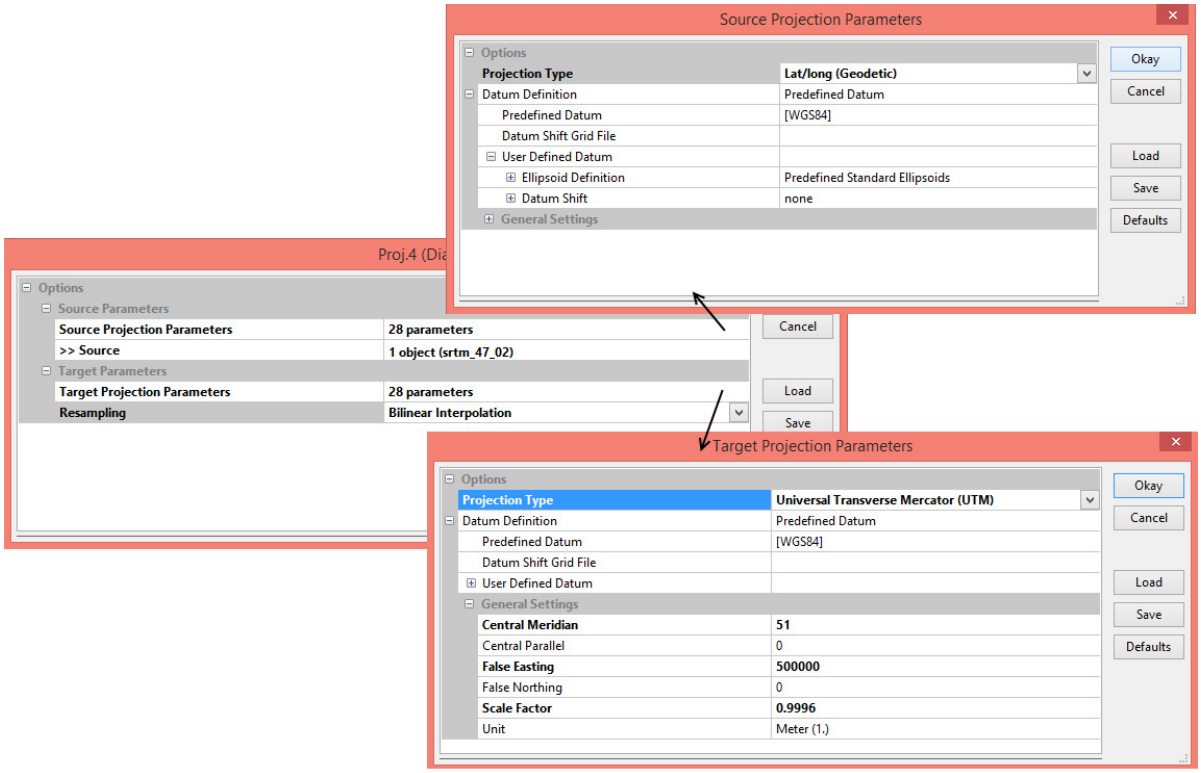


Рис.19. Настройка инструмента Proj.4 (Dialog, Grid)

После указания исходной и целевой проекций в диалоговом окне *Proj.4 (Dialog, Grid)* необходимо также указать метод ресамплинга – биленейную интерполяцию (*Bilinear Interpolation*) и нажать Okay. В результате появятся 2 диалоговых окна, в первом нужно указать номер зоны – 39, во втором – можно настроить параметры нового растра (охват, размер ячейки) или оставить их по умолчанию. Спроецированный растр необходимо сохранить (*Save As*) под именем srtm_47_02_UTM.sgrd.

Обрезка растра по полигону

Следующая задача – обрезать спроецированный фрагмент цифровой модели рельефа по выбранному полигону. Полигон следует построить таким образом, чтобы в него входила водосборная площадь реки Усень и прилегающая территория. Алгоритм автоматизированного построения водосборного бассейна будет рассмотрен в практической работе №5.

Полигон необходимо построить в виде векторного shape-файла. Для этого выберите инструмент *Shapes – Tools – Create New Shapes Layer*. В диалоговом окне инструмента задайте имя слоя – *area_Usen*, выберите тип – *Polygon*, остальные параметры оставьте без изменений и нажмите кнопку *Okay* (рис.20).

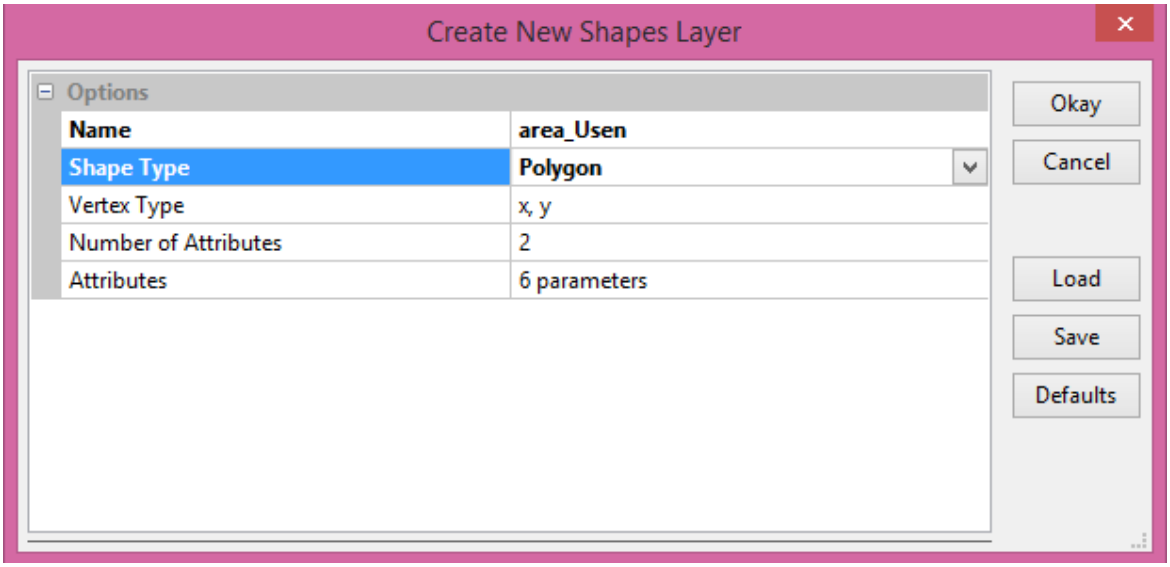


Рис.20. Создание полигонального shape-файла

После завершения работы инструмента, необходимо выполнить ряд последовательных шагов:

1 шаг – открыть спроецированный фрагмент растра *srtm_47_02_UTM* в новую карту;

2 шаг – поверх него открыть векторный shape-файл *area_Usen*;

3 шаг – правой клавишей мыши открыть контекстное меню векторного слоя *area_Usen*, выбрать *Edit – Add Shape* (рис.21).

4 шаг – выбрать на панели пиктограммного меню кнопку с изображением стрелки (*Action*). После этого курсор мыши приобретает вид крестика с буквой i, свидетельствующий о том, что можно начать процесс векторизации полигона.

5 шаг – нажатием левой клавиши мыши проставьте точки вдоль произвольного полигона. Полигон следует выбрать таким образом, чтобы в него входила водосборная площадь реки Усень с учетом буферной зоны, т.е. граница проходила не по водораздельной линии, а чуть шире – с запасом.

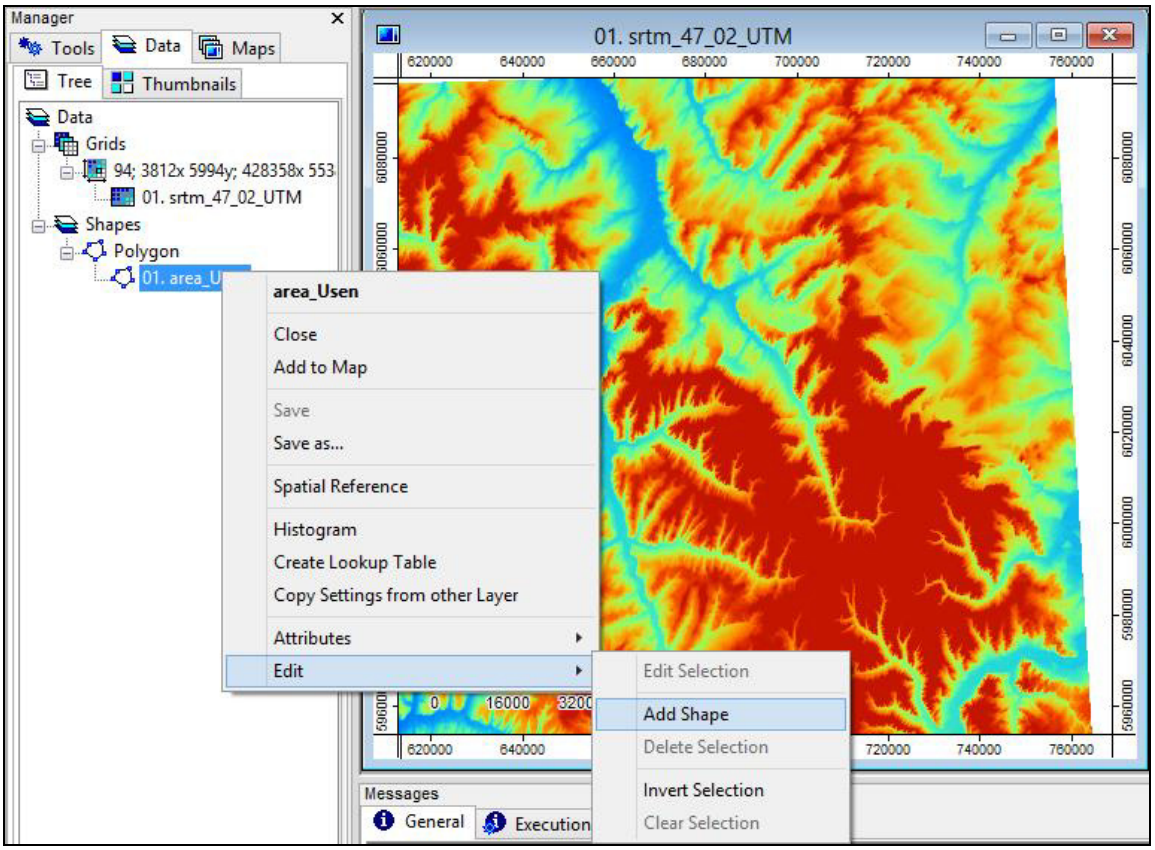


Рис.21. Начальный этап добавления элементов в векторный слой

6 шаг – после завершения отточковки вернитесь в контекстное меню векторного слоя *area_Usen*, выберите *Edit – Edit Selection* и согласитесь с применением изменений (рис.22).

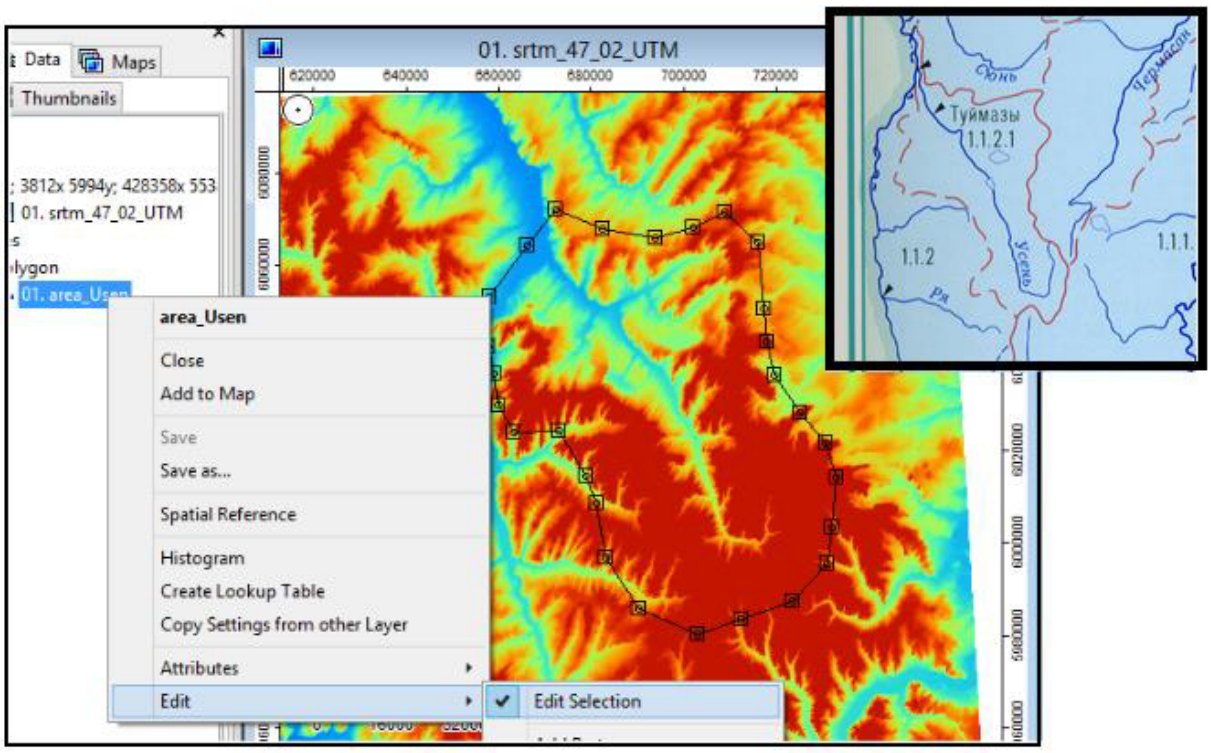


Рис.22. Завершающий этап добавления элементов в векторный слой

Чтобы обрезать растр – фрагмент цифровой модели рельефа по созданному полигону, выберите инструмент *Shapes – Grid Tools – Clip Grid with Polygon*. В настройках инструмента выберите фрагмент цифровой модели рельефа *srtm_47_02_UTM*, подлежащий обрезке. В поле *Shape* – созданный на предыдущем этапе – векторный слой *area_Usen* (рис.23). Для выполнения операции нажмите Okay.

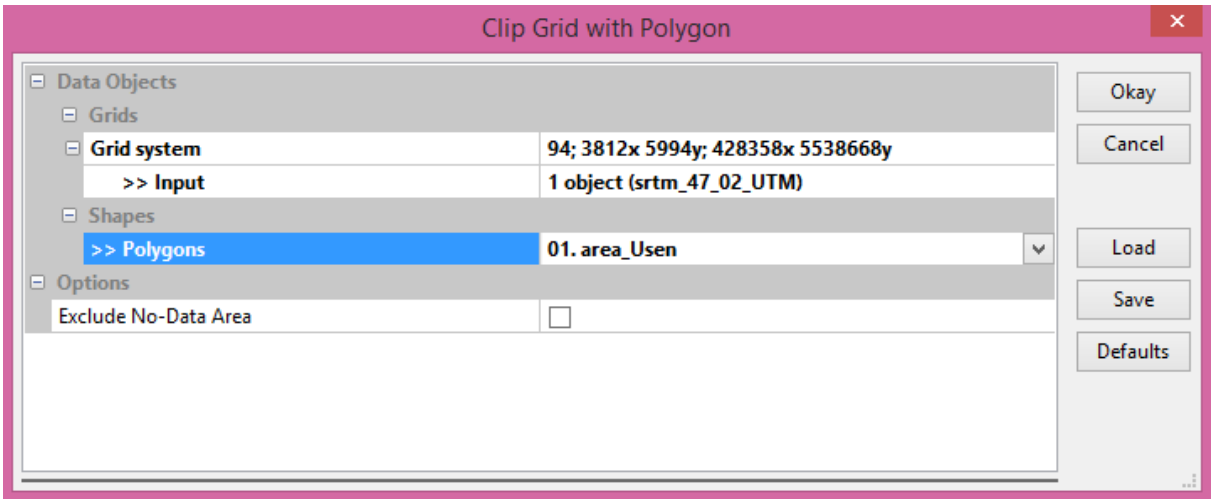


Рис.23. Обрезка растра по полигону

После выполнения инструмента сохраните обрезанный фрагмент (*Save As*) под именем *srtm_Usen.sgrd*.

Построение гипсометрической карты

Откройте обрезанный фрагмент цифровой модели рельефа *srtm_Usen* (рис.24). Чтобы оформить его в виде гипсометрической карты, необходимо придать ему определенную цветовую гамму и добавить легенду.

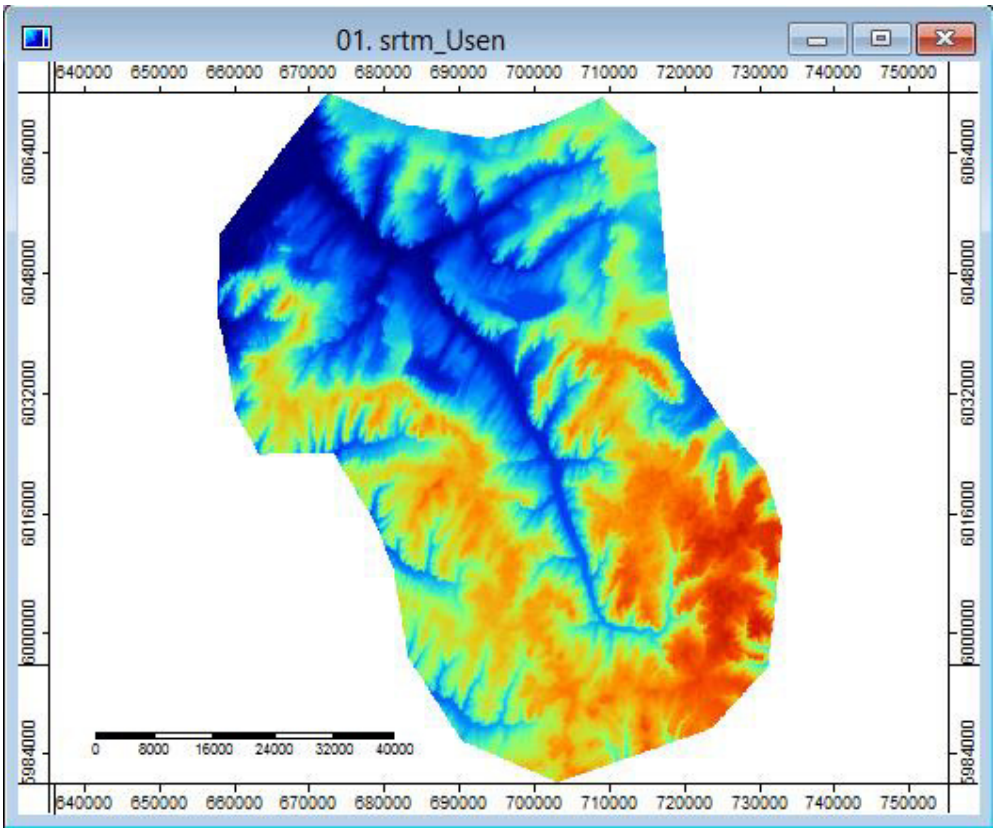


Рис.24. Фрагмент цифровой модели рельефа

Во вкладке *Settings* панели свойств перейдите в поле *Colors*. Нажатием на кнопку с многоточием вызовите диалоговое окно *Colors*. В появившемся окне нажмите на кнопку *Presets*, выберите раскраску *topography* и нажмите кнопку *Okay*. Чтобы применить изменения, нажмите кнопку *Apply* (рис.25).

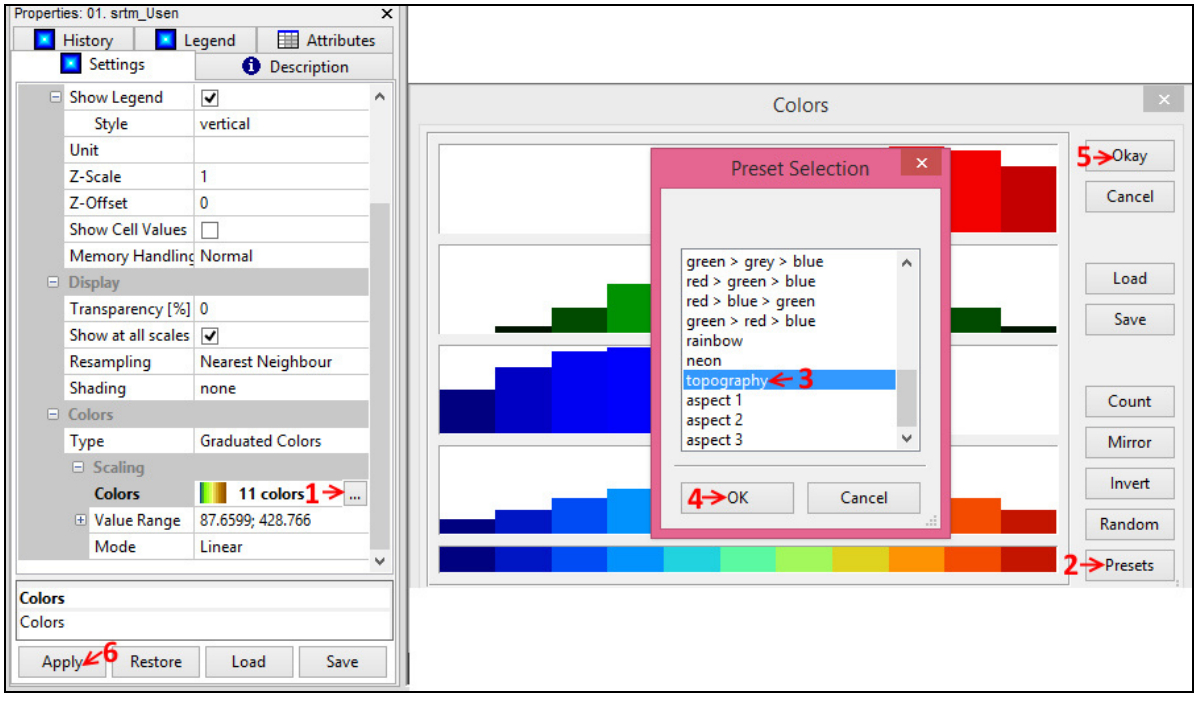


Рис.25. Выбор цветовой гаммы для гипсометрической карты

Традиционно на топографических картах рельеф изображается горизонталями. В SAGA GIS построить изолинии высот можно инструментом *Shapes – Grid Tools – Contour Lines from Grid*. В настройках инструмента в качестве основы укажите фрагмент цифровой модели рельефа *srtm_Usen* и выберите высоту сечения рельефа (*equidistance*), например, 50 м. Горизонтали формируются в новый векторный линейный файл. Сохраните его с помощью команды *Save As*.

Откройте слой с горизонталями поверх слоя с фрагментом цифровой модели рельефа *srtm_Usen.* Для сохранения комплексного изображения на панели главного меню выберите *Map - Save As Image*. В появившемся окне выберите расширение файла, дайте ему название, укажите папку для сохранения и нажмите кнопку *Save*. Появится диалоговое окно *Save Map as Image* (рис.26).

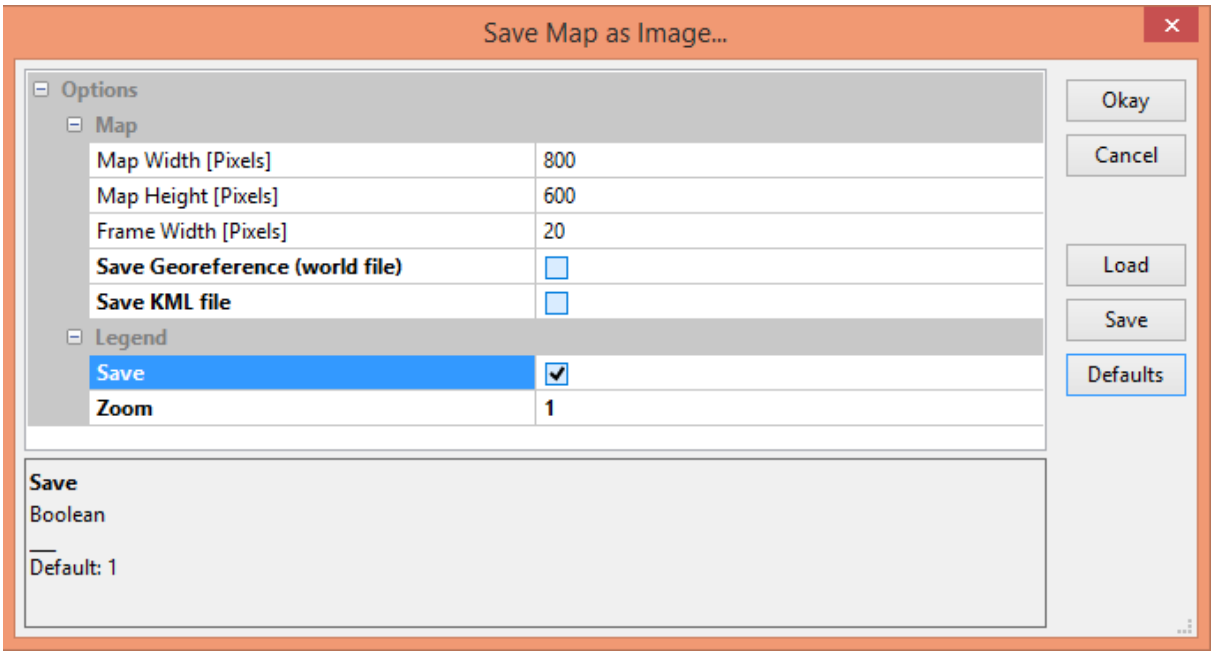


Рис.26. Настройка параметров карты

Здесь вы можете указать размеры карты, рамки и легенды, либо оставить их по умолчанию. После завершения настройки нажмите кнопку *Okay*. В результате сформируется 2 файла: один с изображением карты, другой – с легендой. Скомпоновать их можете в любом графическом редакторе (рис.27).

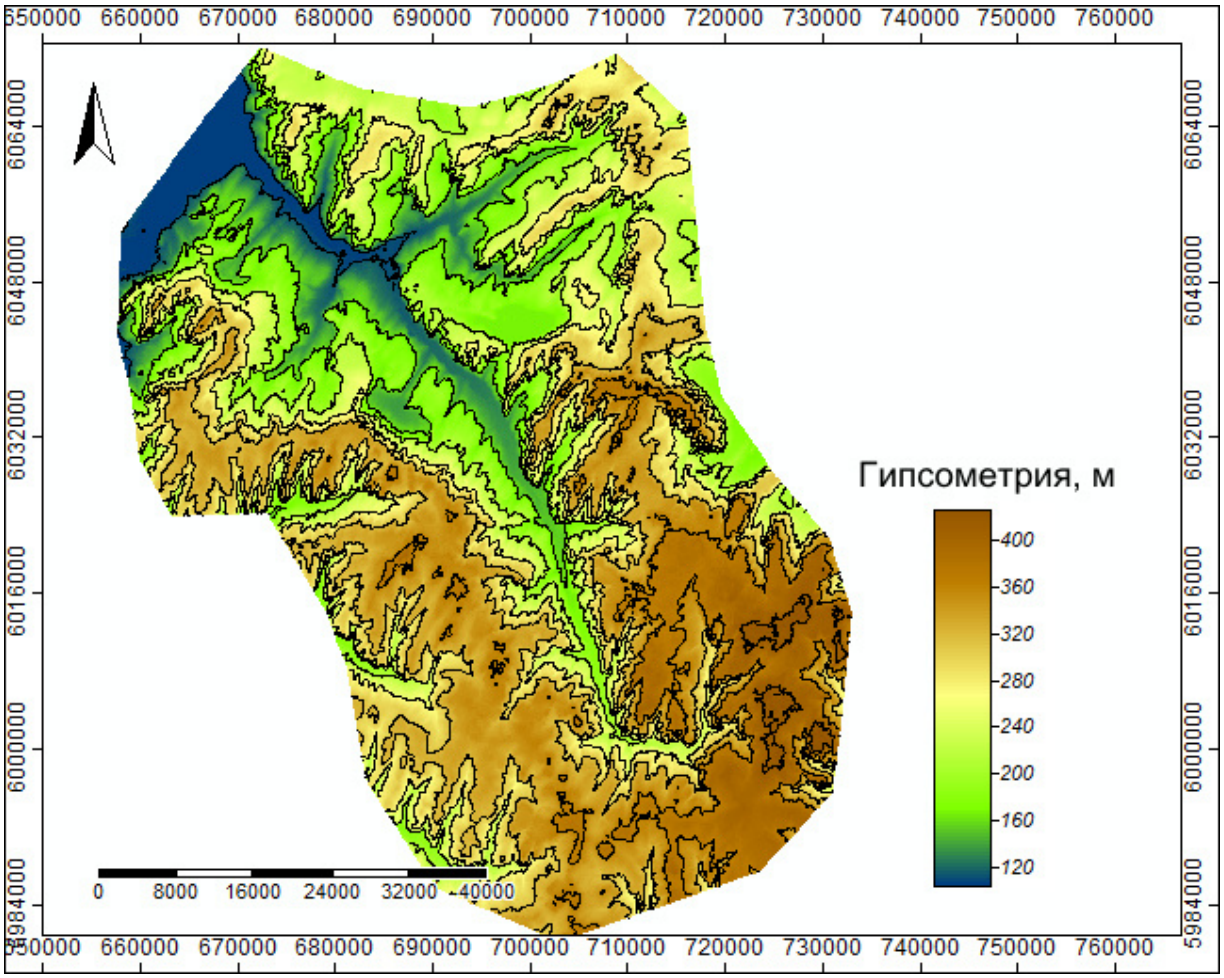


Рис.27. Распределение территории вдоль реки Усень по высотам

Построение карты уклонов местности и экспозиции склонов

Чтобы построить карты уклона земной поверхности и экспозиции склонов, воспользуйтесь инструментом *Terrain Analysis – Morphometry – Slope, Aspect, Curvature*. В появившемся окне в поле *Grid system* выберите систему растров, в котором содержится фрагмент ЦМР *srtm_Usen*, спроецированный и обрезанный по территории реки Усень. В поле *Elevation* выберите *srtm_Usen*, в поле *Slope* и *Aspect – <create>*.

В нижней части настройки инструмента (в опциях) в поле *Method* выберите *9 parameter 2nd order polynom (Zevenbergen & Thorne 1987),* это алгоритм, по которому производится расчет морфометрических величин (Свидзинская, 2013). В поле *Slope Units* и *Aspect Units* в качестве единицы измерения выберите градусы – *degree* (рис.28).

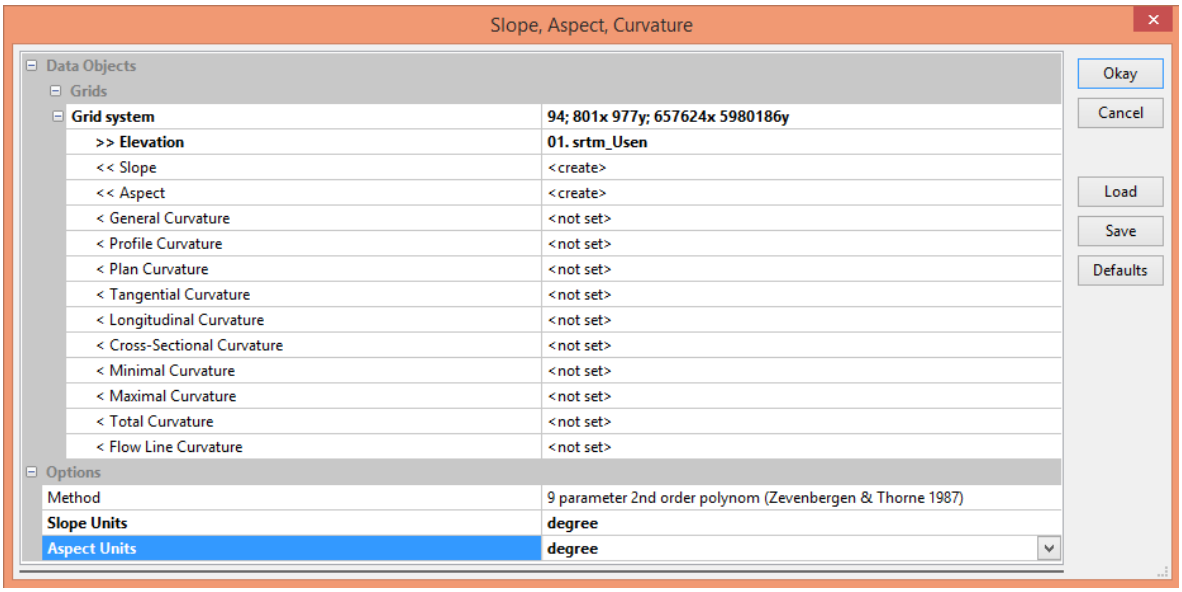


Рис.28. Настройка инструмента Slope, Aspect, Curvature

После выполнения инструмента сформируются два файла: первый, отображающий уклон местности – *Slope* (рис.29), второй – экспозицию склона – *Aspect* (рис.30). Сохраните их в виде *Slope.sgrd* и *Aspect.sgrd*

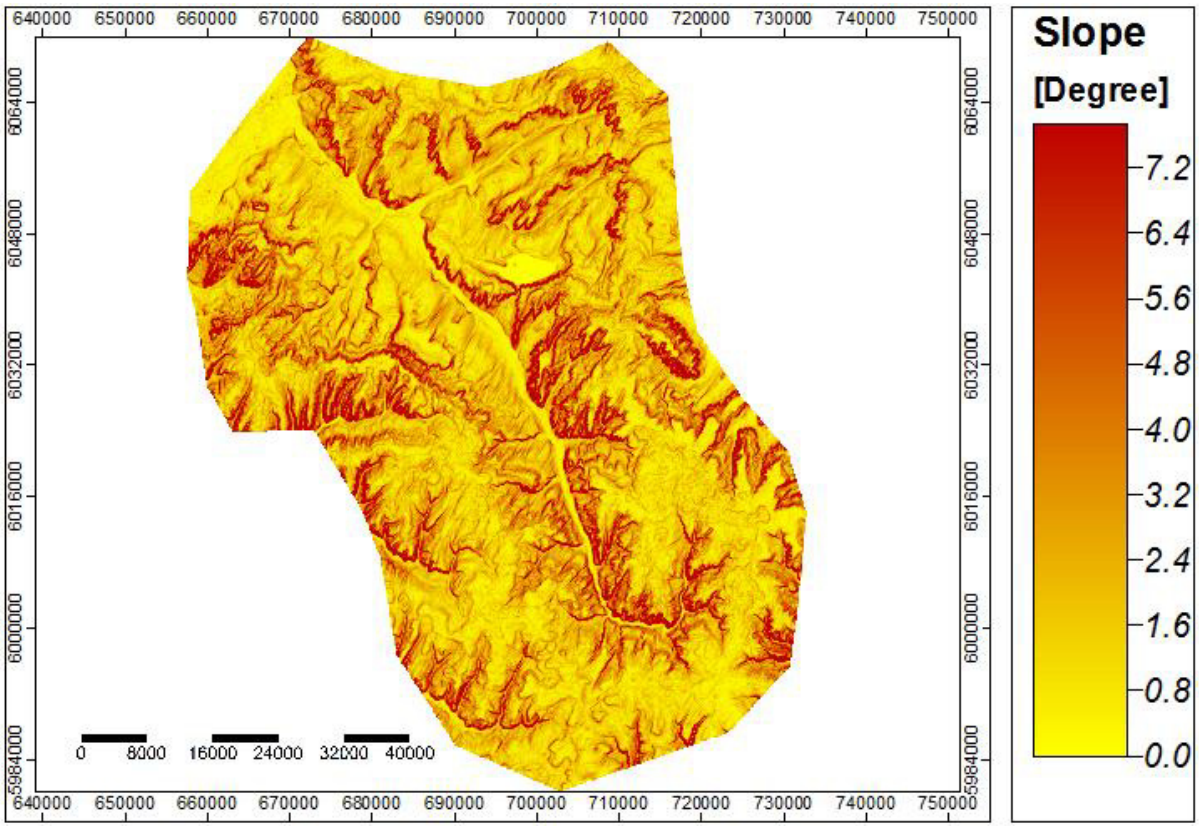


Рис.29. Растр крутизны склонов с непрерывной шкалой

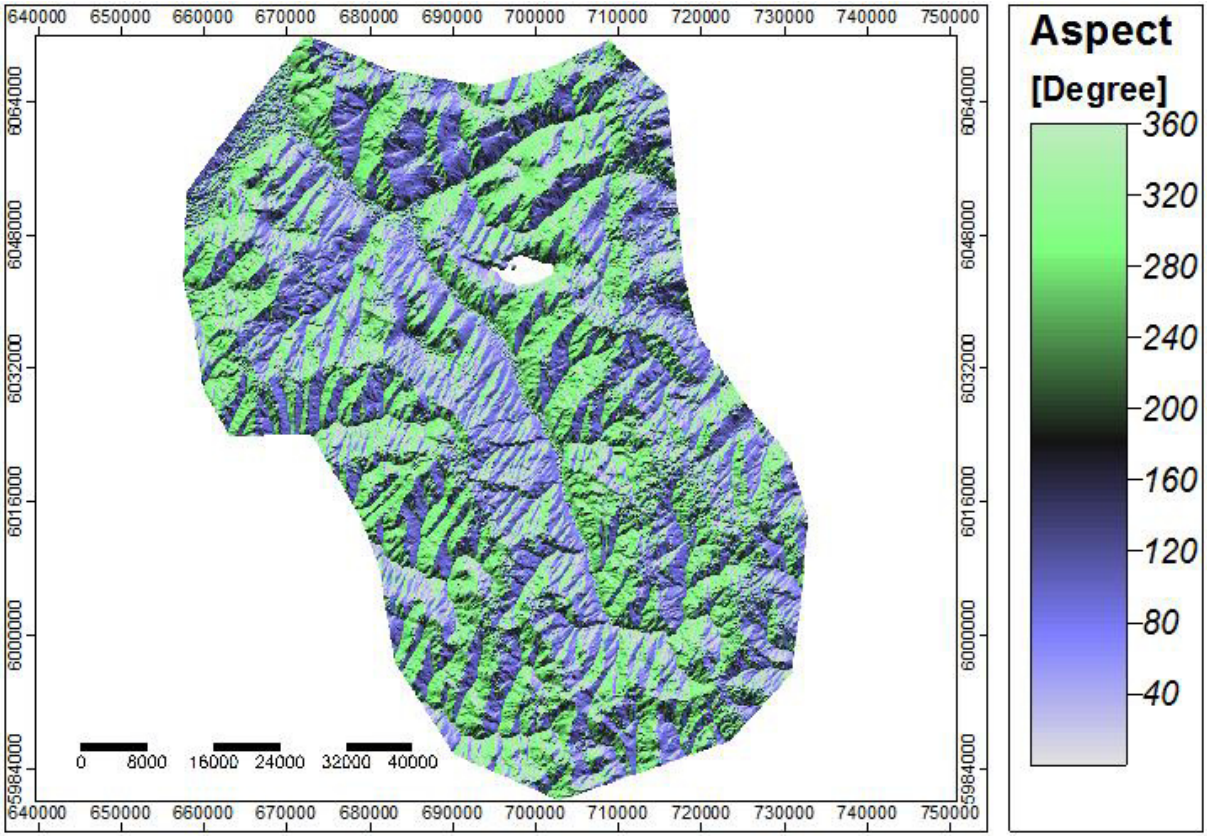


Рис.30. Растр экспозиции склонов с непрерывной шкалой

С помощью этого инструмента можно построить и другие морфометрические показатели рельефа, выбрав параметр <create> в соответствующих полях. Среди них: общая кривизна – *General Curvature*, вертикальная (профильная) кривизна – *Profile Curvature*, горизонтальная (плановая) кривизна – *Plan Curvature*, тангенциальная кривизна – *Tangential Curvature*, продольная кривизна – *Longitudinal Curvature*, поперечная кривизна – *Cross-Sectional Curvature*, минимальная кривизна – *Minimal Curvature*, максимальная кривизна – *Maximal Curvature*, полная кривизна – *Total Curvature*, кривизна линии потока – *Flow Line Curvature*.

Группировка склонов по крутизне и экспозиции

У получившихся растров уклонов и экспозиции склонов легенды представлены в виде непрерывной, безинтервальной шкалы. Для практических целей уклоны земной поверхности целесообразно сгруппировать в интервалы. Для этого откройте *Slope.sgrd*, в окне *Properties* перейдите во вкладку *Settings* в раздел *Colors*, в графе *Type* выберите *Lookup Table*. Раскройте появившуюся строчку *Table*.

В появившемся окне *Table* можете весь диапазон значений уклонов распределить по определенным интервалам: установить минимальное и максимальное значение, цветовую окраску, дать название и описание рель-

ефа в заданном интервале. После заполнения всех граф, например, как показано на рис.31. нажмите последовательно кнопки *Okay* и *Apply*.

Рис.31. Группировка склонов по крутизне

В результате шкала легенды растра уклонов из непрерывной трансформируется в интервальную с пользовательской цветовой окраской.

Аналогично можно сгруппировать градусы растра экспозиции склонов. Для картографического отображения этого показателя обычно используется метод цветовых шкал. При этом диапазон значений экспозиции делится на восемь интервалов, которые соответствуют восьми сторонам света: север - 0-22.5°, 337.5 - 360°; северо-восток - 22.5- 67.5°; восток - 67.5-112.5°; юго-восток - 112.5-157.5°; юг - 157.5-202.5°; юго-запад - 202.5-247.5°; запад - 247.5-292.5°; северо-запад 292.5-337.5°. Каждому интервалу соответствует определенный цвет. В Северном полушарии склонам южных и западных экспозиций обычно задают «теплые» цвета (поскольку эти склоны являются более теплыми), а склонам северных и восточных экспозиций задают «холодные» цвета (эти склоны являются более холодными) в (рис.32).

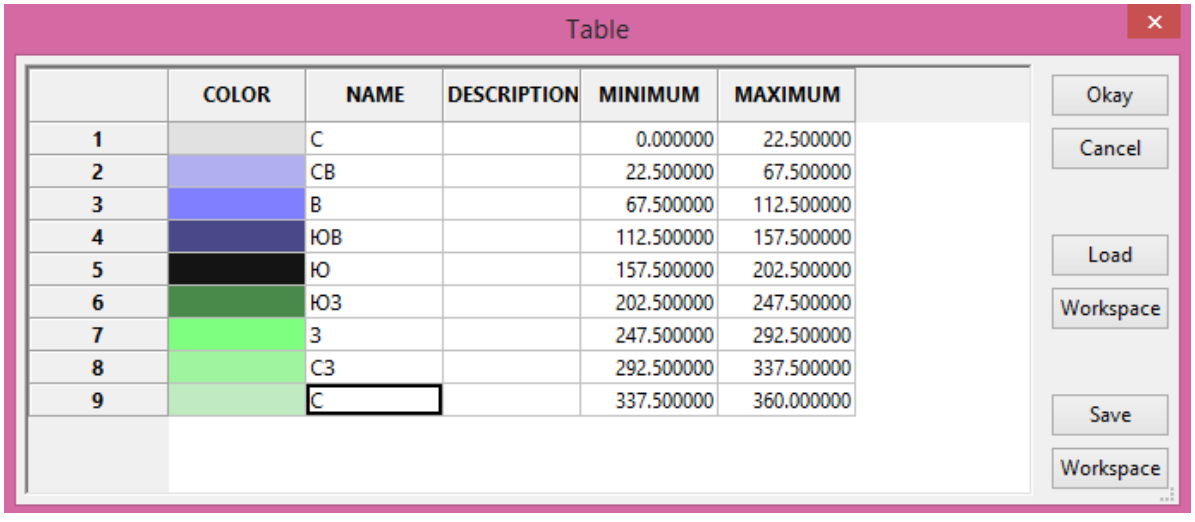


Рис.32. Группировка экспозиции склонов по сторонам света

Сохраните видоизмененные растры в формате *.bmp или *.jpeg (рис.33).

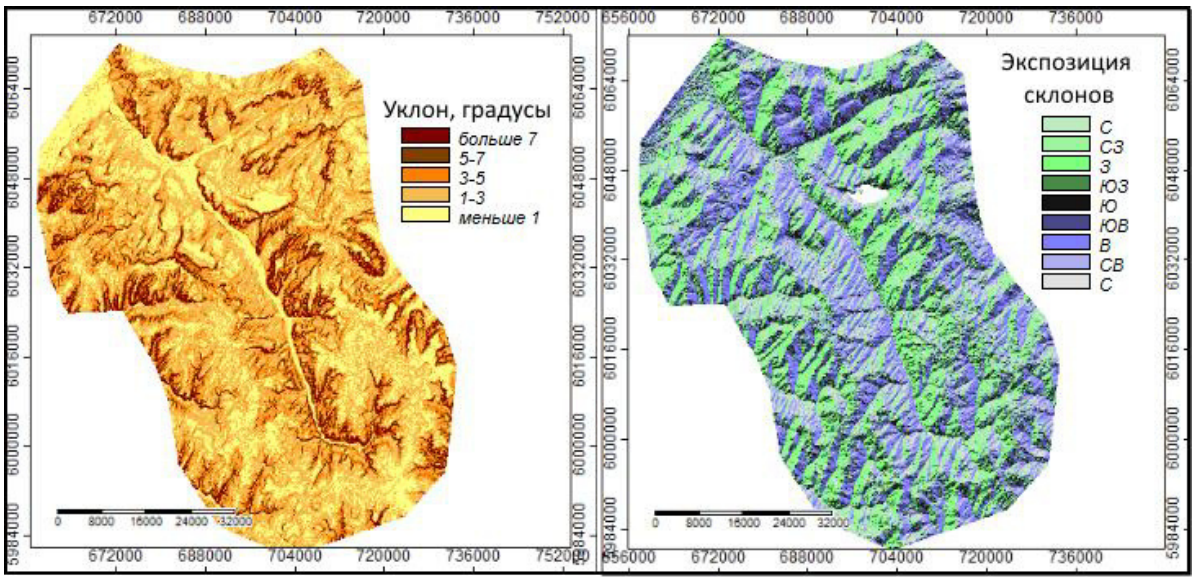


Рис.33. Растры уклонов и экспозиции склонов с интервальными шкалами

Вопросы для самоконтроля

1. Перечислите и охарактеризуйте основные морфометрические показатели рельефа.
2. Какими способами картографического изображения показывается рельеф на картах?
3. Перечислите природоохранные задачи, решаемые путем применения цифровых моделей рельефа.
4. Почему в практической работе №4 применяется универсальная поперечная проекция Меркатора (UTM)?
5. Что такое ложный восточный сдвиг, чему он равен в международной системе координат UTM?
6. Для чего необходимо шкалу растра экспозиции склонов переводить из непрерывного вида в интервальную?

Литература для углубленного изучения

– Глотов, А.А. Использование ЦМР для эффективного управления природопользованием [Текст] / А.А. Глотов // Геоматика. – 2013. - №4. – С.32-36.
– Соколова, Г.Г. Влияние высоты местности, экспозиции и крутизны склона на особенности пространственного распределения растений [Текст] / Г.Г.Соколова // Acta Biologica Sibirica. – 2016. – №2(3). – С.34-45.

- Шарый, П.А. Топографический метод вторых производных [Текст] // Геометрия структур земной поверхности. - Пущино: ПНЦ АН СССР, 1991. - С.30-60.
- Дубинин М. GIS-Lab: Описание и получение данных SRTM [Электронный ресурс]. – 2004. – URL: http://gis-lab.info/qa/srtm.html
- Свидзинская Д. GIS-Lab: Первичная обработка данных SRTM в ГИС SAGA [Электронный ресурс]. – 2013. – URL: http://gis-lab.info/qa/saga-srtm-preprocessing.html
- Свидзинская Д. GIS-Lab: Основные геоморфометрические параметры: теория [Электронный ресурс]. – 2013. – URL http://gis-lab.info/qa/geomorphometric-parameters-theory.html

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №5. ПРОВЕДЕНИЕ ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО АНАЛИЗА В SAGA GIS

Теоретические сведения и постановка задачи

В практике экологического картографирования водосборный бассейн выступает в качестве одной из операционных территориальных единиц (ОТЕ). По сравнению с другими территориальными единицами (административно-территориальное, хозяйственное деление, точки и трансекты, геометрически правильные сетки, ландшафтные контуры) способ получения информации по водосборам имеет свои преимущества.

Водосборный бассейн – особый природный объект – природная геосистема, обладающая целостностью с позиции гидрологии, геоморфологии, биогеоценологии, геохимии ландшафта и т.д. При этом границы бассейнов (водоразделы) могут четко и объективно выделяться на местности и карте. Поэтому в рамках бассейновой концепции наиболее перспективно решать проблемы организации, рационализации, оптимизации, районирования, моделирования, картографирования природопользования и управления его процессами, а водосборный бассейн рассматривать в качестве основной единицы для расчетов балансов и моделирования перераспределения загрязняющих веществ, самоочищения природных сред, миграции токсических элементов и т.д.

Автоматизированное выделение границ водосборных бассейнов производится с помощью цифровых моделей рельефа (ЦМР). Основу моделирования водосборных бассейнов составляет гидрографическая производная ЦМР – модель стока. Оставаясь объектом активной дискуссии в научном сообществе, модель стока формируется за счет таких элементарных характеристик, как водосборные бассейны, сеть водотоков, направление и аккумуляция стока.

Водосборный бассейн (водосборная площадь, водосбор) – часть суши, с которой поверхностные воды поступают в водоток.

Водосборы ограничены друг от друга водоразделами – линиями, проходящими по наивысшим точкам местности.

Водоток – это водный поток с движением воды в направлении уклона в углублении земной поверхности. От реки водоток отличается тем, что может быть и естественным потоком воды, и искусственным.

Тальвег – линия, соединяющая наиболее низкие точки дна долины, оврага или балки. Все водосборные бассейны имеют четкую организацию – от водораздела вниз по склону до тальвега. У каждого тальвега есть свое начало – исток, и конец – устье. В сложных бассейнах могут быть и промежуточные устья – точки слияния (Симонов, Симонова, 2004).

ЦМР является основополагающим элементом любой распределенной модели формирования стока или бассейновой геоинформационной системы, поскольку позволяет определить большое число морфометрических и гидрографических характеристик рек и их бассейнов

– направление стока, наличие тальвегов и водоразделов, площади водосборов, порядки и уклоны водотоков. Точность автоматизированного определения гидрографических характеристик зависит от характера рельефа, а также от разрешения ЦМР. Наименьшая точность определения границ водосборов по ЦМР характерна для территорий со слаборасчлененным рельефом. На поверхности с близким к нулю уклоном направление стока и границы водосборов часто определяется неверно, а значительная часть территории вообще не дренируется гидрографической сетью.

Фундаментальным принципом моделирования поверхностного стока является положение, при котором цифровая модель рельефа рассматривается как поверхность, составленная из горизонтальных ячеек фиксированной высоты. Воды «вытекает» из ячейки и распределяется между теми из ее соседей, чья высота меньше высоты центральной ячейки. Процедура определения ячеек, «принимающих» поток воды из данной ячейки, называется расчетом направления стока. В настоящее время разработано большое количество алгоритмов расчета направлений стока, различающихся по сложности и сферам применения (Кошель, Энтин, 2016).

Внедрение геоинформационных технологий, использование цифровых картографических материалов и цифровых моделей рельефа значительно упрощает и повышает точность расчетов гидрографических и гидрологических характеристик рек и их бассейнов, позволяет проводить картометрические работы по расчету координат, линейных и площадных параметров водных объектов и их бассейнов (длина, извилистость водотока, площадь водоема, водосбора и его центра тяжести). Цифровое картографическое моделирование применяется для вычисления параметров водных объектов и их бассейнов по отношению к другим водным объектам и их бассейнам на основе оверлейных операций и картографической алгебры (коэффициенты лесистости, озерности, заболоченности, карста, распаханности, в том числе дополнительных характеристик, таких как показатели горизонтальной и вертикальной расчлененности, порядки рек, густота речной сети и др. (Гидрография…, 2013).

Техническая постановка задачи по проведению гидрологического анализа в среде SAGA GIS осуществляется последовательным выполнением следующих операций.

1. Проведение гидрологической коррекции.
2. Построение растра суммарного стока.
3. Построение линий стока.
4. Выделение водосборной площади.

Проведение гидрологической коррекции

Цифровая модель рельефа, которая используется при определении гидрографических характеристик рек и их бассейнов, должна быть гидрологически корректной. Это означает, что в ЦМР должны отсутствовать фиктивные точки стока (фиктивные депрессии), а потоковые линии (тальвеги) должны совпадать с исходными отрезками речной сети. Проведение гидрологической коррекции – это заполнение локальных понижений, представляющих собой небольшие артефактные, не существующие замкнутые впадины на ЦМР, появление которых обычно связано с неточностью исходных данных.

Для проведения гидрологической коррекции воспользуйтесь инструментом *Terrain Analysis – Preprocessing – Fill Sinks (Planchon / Darboux, 2001)*. В настройках инструмента в поле DEM выберите *srtm_Usen.sgrd* - фрагмент ЦМР, спроецированный и обрезанный по территории реки Усень. Остальные параметры оставьте без изменений. После завершения инструмента отфильтрованный растр сохраните как *srtm_Usen_fltr.sgrd*.

Построение растра суммарного стока

Области с наименьшими значениями высот накапливают больший сток, чем области с максимальными высотами. Растр суммарного стока – это так называемая матрица аккумуляции стока, в которой каждой ячейке присваивается значение, равное числу стекающих в него ячеек.

Построение растра суммарного стока производится с помощью инструмента *Terrain Analysis – Hydrology – Flow Accumulation (Top-Down)*. В настройках инструмента в качестве входного растра укажите *srtm_Usen_fltr*. Остальные параметры оставьте без изменений. После выполнения операции сформируется растр суммарного стока, в котором каждый пиксель отображает то количество ячеек, по которым перемещается условный водный поток к данной ячейке. Таким образом, максимальные значения кумулятивного стока имеют ячейки, соответствующие крупным водотокам (рис.34а). Сохраните получившийся растр под именем *Flow Accumulation.sgrd*.

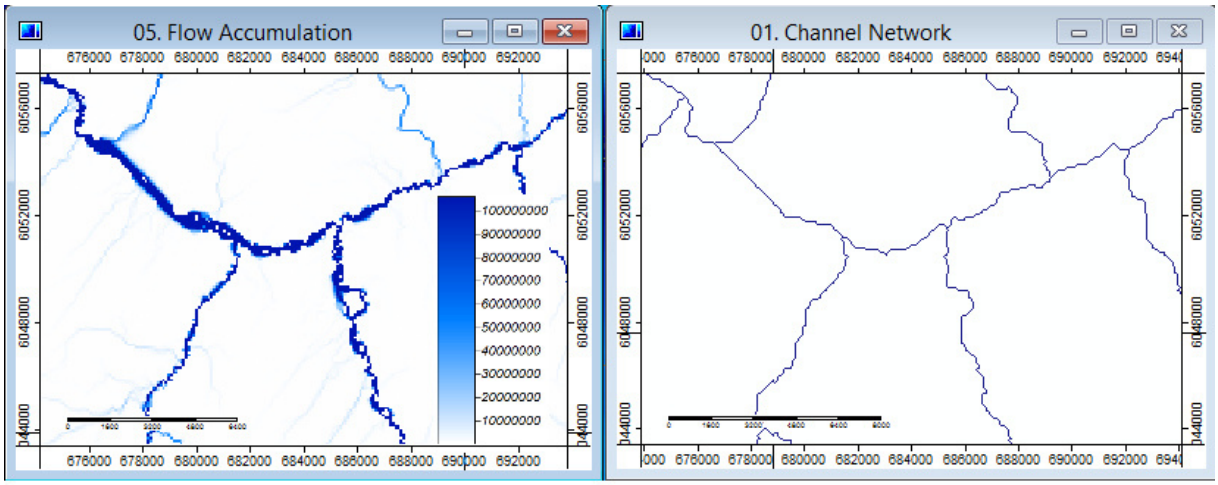


Рис.34. Растр суммарного стока (а) и генерализованная сеть водотоков (б)

Построение сети водотоков

Сеть водотоков или дренажная сеть – это генерализованная сеть водотоков, в котором показываются только крупные водотоки. Необходимо выбрать порог значений аккумуляции стока, ячейки выше которого будут учитываться при формировании сети. Все ячейки ниже порога, т.е. собирающие сток с меньшего числа элементов матрицы, не будут участвовать в проведении линий сети. Остальные ячейки объединятся между собой и сформируют речную сеть. Степень детальности речной сети зависит от порога аккумуляции: чем ниже порог, тем детальнее изображение, но вместе с тем – и выше вероятность ошибочного представления не существующих в реальности мелких водотоков.

Построение дренажной сети или сети водотоков производится с помощью инструмента *Terrain Analysis – Channel – Channel Network*. В настройках инструмента в строке *Elevation* укажите *srtm_Usen_fltr*, в строке *Initiation Grid* – созданный на предыдущем этапе растр кумулятивного стока *Flow Accumulation*. В строке *Initiation Type* выберите *Greater than*, в следующей строке *Initiation Threshold* укажите порог отсечения, например, *30000000*. Таким образом, отберутся только те ячейки, в которые поступает сток с более чем 30 млн.ячеек (рис.35).

После выполнения инструмента сформируется 2 файла *Channel Network:* первый в виде растрового слоя, второй – линейного shape-файла (рис.34б). Необходимо их сохранить с расширениями *.sgrd и *.shp.

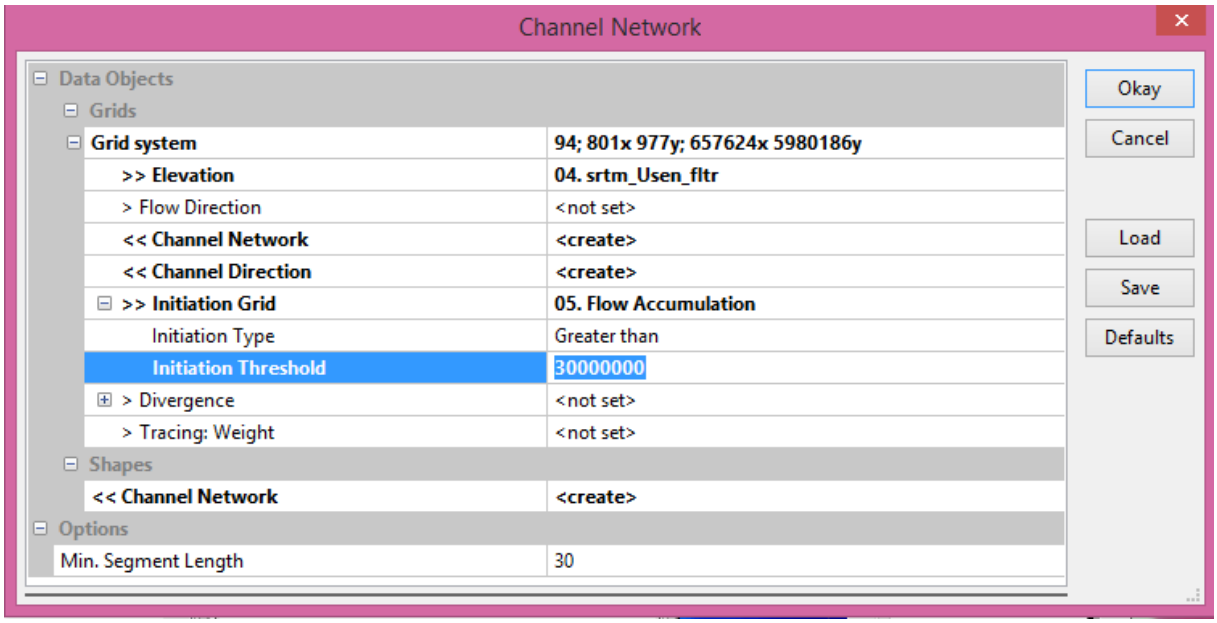


Рис.35. Настройка инструмента Channel Network

Построение водосборной площади

Водосборная площадь ограничивается водораздельными линиями – линиями локальных максимумов, отличительными особенностями которых являются нулевые значения аккумуляции.

Построение водосборной площади производится с помощью инструмента *Terrain Analysis – Channel – Watershed Basins (Extended)*. В настройках инструмента в строке *DEM* выберите *srtm_Usen_fltr*, в строке *Drainage Network* – созданную на предыдущем шаге *Channel Network.* Остальные параметры оставьте без изменений и нажмите кнопку *Okay.* (рис.36).

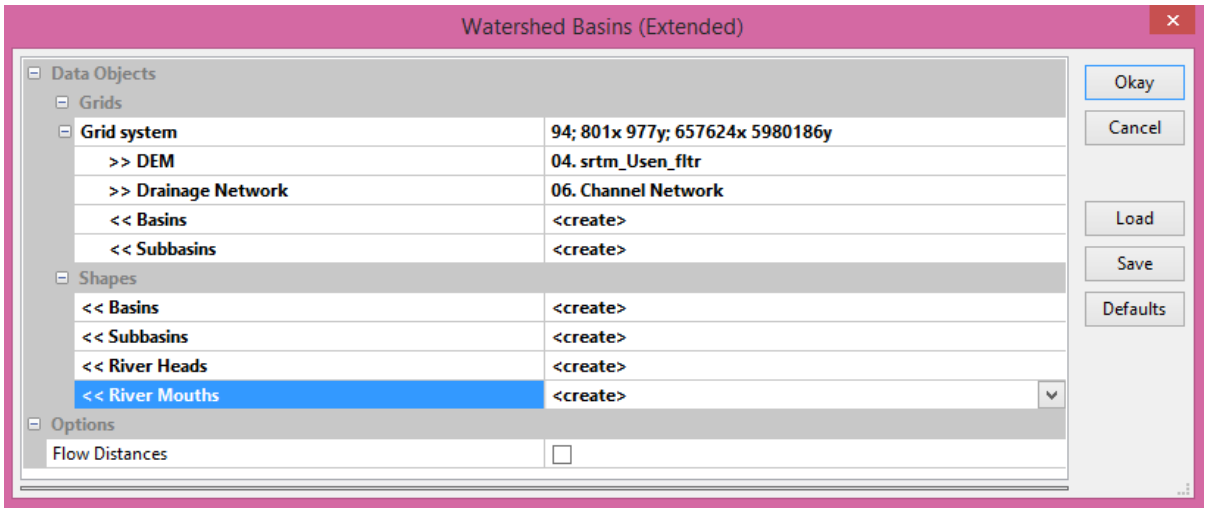


Рис.36. Настройка инструмента Watershed Basins (Extended)

В результате выполнения инструмента сформируется 2 растра – бассейны и суббассейны, и 4 векторные карты – бассейны (Basins),

суббассейны (Subbasins), истоки (Heads), и точки слияния (Mouths). Векторные карты сохраните в формате с расширением *shp.

Для формирования наглядной карты откройте растр высот, на неё наложите векторные слои водотоков (*Channel Network*), суббассейнов, бассейнов, истоков и точек слияния. Чтобы полигональные слои бассейнов и суббассейнов не закрывали собой остальные слои, необходимо сделать их прозрачными. Для этого перейдите на панель *Properties*, во вкладке *Settings* в строке *Fill Style* выберите *Transparent*. Для применения изменений нажмите кнопку *Apply*. Элементы карты, которые не относятся к водосборной площади реки Усень, можете удалить. Сохраните получившуюся карту (Save As) в виде изображения с расширением *bmp или *jpeg (рис.37).

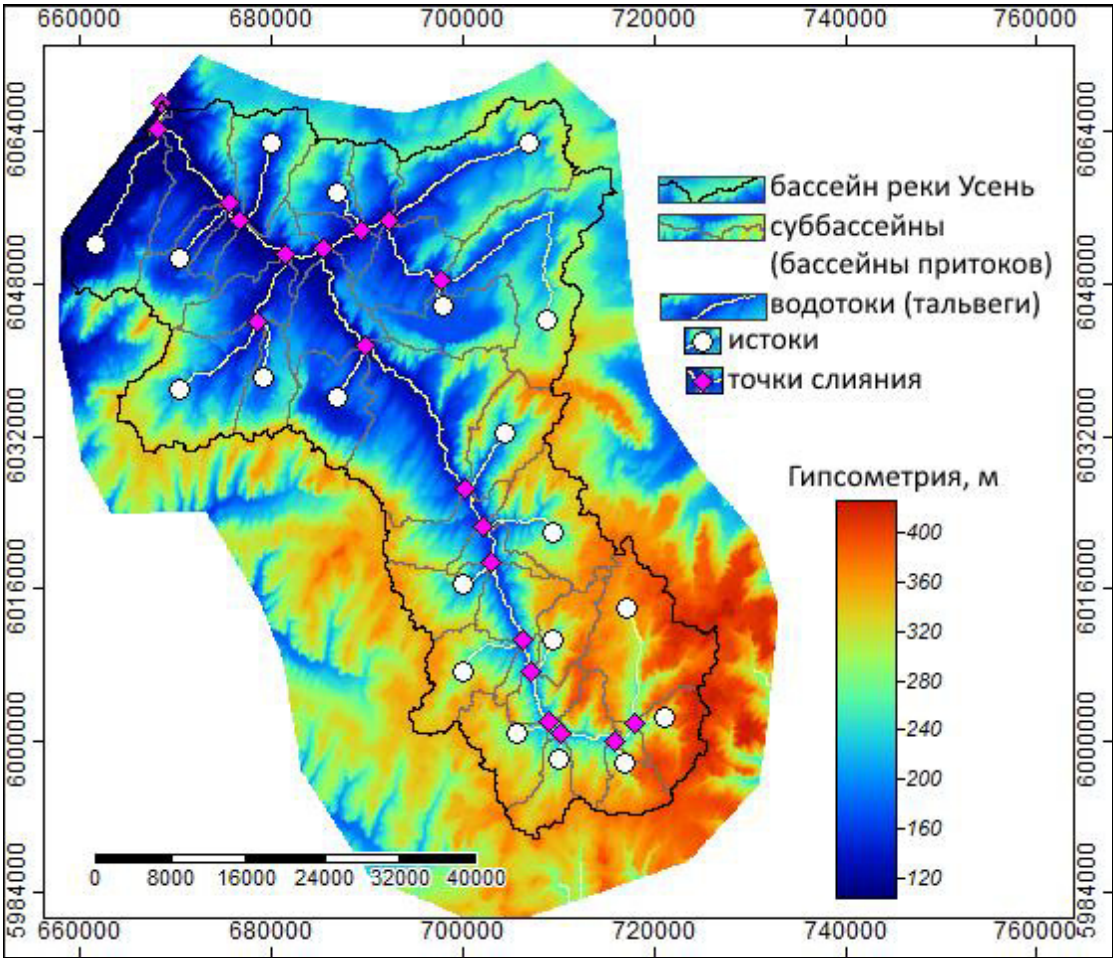


Рис.37. Водосборный бассейн реки Усень

Вопросы для самоконтроля

1. Перечислите основные преимущества выбора водосборного бассейна в качестве операционной территориальной единицы при экологическом картографировании.
2. Назовите морфометрические и гидрографические характеристики бассейнов рек.
3. Назовите элементы бассейновой структуры территории.

4. Чем отличаются водотоки от тальвегов?
5. Из каких этапов состоит проведение гидрологического анализа в SAGA GIS?
6. Для чего необходима гидрологическая коррекция цифровой модели рельефа?
7. Для чего задается порог отсечения значений аккумуляции стока при построении дренажной сети?

Литература для углубленного изучения

– Гидрография. Определение гидрографических характеристик рек и их водосборов с применением цифрового картографического моделирования [Текст]: учеб. пособие / сост. В.Г.Калинин, С.В.Пьянков. – Пермь, 2013. – Ч.2. – 71 с.

– Кошель, С.М. Современные методы расчета распределения поверхностного стока по цифровым моделям рельефа [Текст] / С.М. Кошель, А.Л. Энтин // Геоморфологи: Современные методы и технологии цифрового моделирования рельефа в науках о Земле. – М.: Медиа-ПРЕСС, 2016. Вып 6. – С.24-34.

– Симонов, Ю.Г. Речной бассейн и бассейновая организация географической оболочки [Текст] / Ю.Г.Симонов, Т.Ю.Симонова // Эрозия почв и русловые процессы: сборник трудов. –М.: МГУ, 2004. Вып 14.– С.7-32

– Шихов, А.Н. Геоинформационные системы: применение ГИС-технологий при решении гидрологических задач [Текст]: практикум: учеб. пособие / А.Н. Шихов, Е.С. Черепанова, А.И. Пономарчук: Перм.гос.нац.исслед.ун-т. – Пермь, 2014. – 91 с.

– Свідзінська, Д. В. Методи геоекологічних досліджень: геоінформаційний практикум на основі відкритої ГІС SAGA [Текст]: навчальний посібник / Д. В. Свідзінська. – Київ: Логос, 2014. – 402 с.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №6. ОБРАБОТКА КОСМИЧЕСКОГО СНИМКА LANDSAT В SAGA GIS

Теоретические сведения и постановка задачи

Космические снимки – это собирательное название данных, получаемых посредством космических аппаратов в различных диапазонах электромагнитного спектра, визуализируемых затем по определенному алгоритму. При этом снимок определяется как двумерное метрическое изображение конкретных объектов, получаемое целенаправленно в результате дистанционной регистрации и (или) измерения собственного или отраженного излучения, и представляет собой наиболее целесообразную форму измерения, регистрации и визуализации излучения, несущего географическую информацию об исследуемых объектах.

За последние десятилетия существенно возросли объем, разнообразие и качество материалов дистанционного зондирования. К настоящему времени накоплен огромный фонд (более 100 млн) аэрокосмических снимков, полностью покрывающих всю поверхность Земли, а для значительной части районов – с многократным перекрытием.

Космическая съемка проводится с космических кораблей и спутников. Космические системы базируются на длительной работе регулярно пополняемых группировок спутников – спутниковых систем, которые включают сложную инфраструктуру, обеспечивающую функционирование космических аппаратов на орбите, прием информации, ее хранение и распространение.

Благодаря своим свойствам космические снимки находят широкое применение как в практической, так и в научной сферах, в т.ч. при разработке экологических карт.

Космическую съемку применяют в исследованиях, направленных на всестороннее изучение природных ресурсов, динамики природных явлений, в задачах охраны окружающей среды. По космическим снимкам возможно изучение основных структурных особенностей атмосферы, литосферы, гидросферы, биосферы и ландшафтов регионального, зонального и глобального масштабов. Появились такие новые научные направления в изучении Земли, как спутниковая метеорология, спутниковая гидрофизика, космическая океанология, космическая картография, космическая геодезия и др. Данные дистанционного зондирования служат источниками для составления и оперативного обновления общегеографических и тематических карт. Особое место отводится применению космической информации для повседневного оперативного контроля за состоянием окружающей среды при осуществлении геоэкологического мониторинга регионов. Космические снимки могут использоваться при решении разнообразных задач природопользования и экологического контроля: классификации земного покрова, оценке газового состава атмосферы, слежении за водной и

ветровой эрозией почв, установлении границ снежного покрова, определении зон затопления и разливов рек, идентификации многих антропогенных изменений в окружающей среде.

Дистанционные методы исследования природных объектов обеспечивают большую обзорность, возможность повторного получения данных через определенные промежутки времени, высокую скорость получения и передачи изображений, а также возможность применения комплексного анализа и оценки динамики развития явления на основе оперативного картографирования.

Использование результатов космической съемки для целей картографирования обусловливается исключительно ценными свойствами космических снимков: большой территориальный охват и вытекающая из этого высокая генерализованность изображений; изучение по снимкам основных структурных, региональных и зональных особенностей планеты в целом; единовременность выполнения съемки обширных территорий, что дает возможность изучать связь всех компонентов ландшафта; регулярная повторяемость съемки, позволяющая изучать динамику природных явлений – периодичных (суточных, сезонных) и эпизодических (лесные пожары, извержения вулканов и т. д.), а также хозяйственную деятельность (посевные площади, созревание, уборка урожая, загрязнение суши и моря). Составленные по космическим снимкам карты являются более современными, достоверными и отображают явления, которые в отсутствие таких снимков вообще не могли бы быть картографированы (Сутырина, 2013).

Космические изображения являются многоцелевыми и выступают в виде единой основы для проведения комплексных, взаимоувязанных исследований природной среды. В результате их обработки можно получить тематические карты, отражающие пространственное размещение, качественные и количественные характеристики природных и антропогенных объектов. Информативность космических снимков в отношении ландшафтов и их антропогенных изменений позволяет широко использовать дистанционные методы при составлении разнообразных карт экологического профиля (Савиных, 2015).

Американская программа Landsat является наиболее продолжительным проектом по получению космических фотоснимков Земли. Установленное на спутниках Landsat оборудование сделало миллиарды снимков с покрытием всего мира. Landsat 8 - спутник дистанционного зондирования Земли, восьмой в рамках этой программы. Создан совместно NASA (National Aeronautics and Space Administration) и USGS (United States Geological Survey). Выведен на орбиту 11 февраля 2013 г. Для получения снимков Landsat специалистами геологической службы США разработан портал EarthExplorer (https://earthexplorer.usgs.gov/). Он предназначен для поиска и заказа космоснимков. Без регистрации можно искать данные, пользоваться всеми функциями, но скачивать и заказывать можно только после регистрации.

Спутник Landsat 8 получает данные, используя два набора сенсоров: Operational Land Imager (OLI) и Thermal InfraRed Sensor (TIRS). Первый набор получает изображение в 9 диапазонах видимого света и ближнего инфракрасного излучения, второй набор – в 2 диапазонах дальнего инфракрасного излучения (табл. 2).

Таблица 2

Спектральные каналы Landsat 8

Спектральный канал	Длины волн	Разрешение
Диапазоны OLI		
Канал 1 – Побережья и аэрозоли	0,433 – 0,453 мкм	30 м
Канал 2 – Синий	0,450 – 0,515 мкм	30 м
Канал 3 – Зеленый	0,525 – 0,600 мкм	30 м
Канал 4 – Красный	0,630 – 0,680 мкм	30 м
Канал 5 – Ближний ИК	0,845 – 0,885 мкм	30 м
Канал 6 – Ближний ИК	1,560 – 1,660 мкм	30 м
Канал 7 – Ближний ИК	2,100 – 2,300 мкм	30 м
Канал 8 – Панхроматический	0,500 – 0,680 мкм	15 м
Канал 9 – Перистые облака	1,360 – 1,390 мкм	30 м
Диапазоны TIRS		
Канал 10 – Дальний ИК	10,30 – 11,30 мкм	100 м
Канал 11 – Дальний ИК	11,50 – 12,50 мкм	100 м

Каждый спектральный канал является изображением в градациях серого, с глубиной цвета 16 бит/пиксел. Используя полученные каналы снимка, можно создавать цветные комбинированные изображения для различных целей. Например, комбинация каналов 5-4-3 обладает большой информативностью и точностью для задач дифференциации растительного покрова. В комбинации 4-3-2 используются каналы видимого диапазона, поэтому объекты земной поверхности выглядят похожими на то, как они воспринимаются человеческим глазом, эта комбинация дает возможность анализировать состояние водных и антропогенных объектов (https://landsat.usgs.gov/).

Техническая постановка задачи состоит в следующем:

1. Импорт космического снимка Landsat 8 в SAGA GIS.
2. Перепроецирование снимка.
3. Обрезка снимка по бассейну реки Усень.
4. Создание композитного изображения.

Импорт и перепроецирование космического снимка

Зарегистрируйтесь на сайте EarthExplorer (https://earthexplorer.usgs.gov/) и загрузите космический снимок Landsat 8 от 24 августа 2016 года. Его уникальный номер LC81670222016225LGN00.

Откройте программу SAGA GIS, выберите инструмент *Import/Export – GDAL/OGR – Import Raster*. В настройках инструмента в строке *Files* укажите каналы B2, B3, B4 и B5. Уберите галочки с параметров *Select from Multiple Bands*, *Transformation и* нажмите кнопку *Okay*. В результате импорта загрузятся 4 файла, представляющие 4 канала снимка (рис.38). Сохраните их с расширением *.grid.

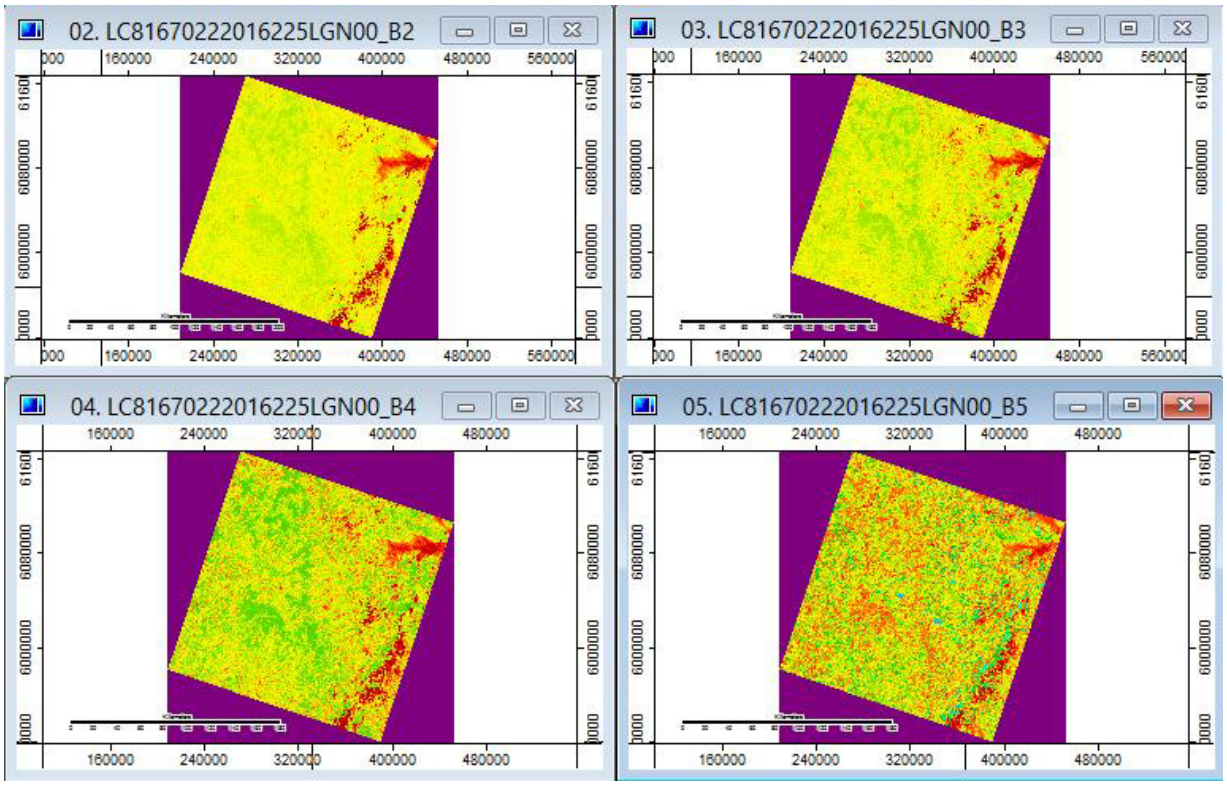


Рис.38. Снимок Landsat в 4-х спектральных каналах (B2, B3, B4, B5)

Если посмотреть параметры этих файлов (вкладка *Description*) панели *Settings* модно увидеть, что их проекция - Универсальная поперечная Меркатора (*Universal Transverse Mercator - UTM*), зона 40. Чтобы они были совместимы с ранее созданными нами векторными и растровыми слоями мы должны перепроецировать их в зону 39.

Для этого воспользуемся инструментом *Projection – Proj.4 – Pro.4 (Dialog, List of Grids)*. В его настройках в графе *Source Projection Parameters* укажите параметры исходной 40-й зоны UTM, в графе *Source* – изображения снимка в четырех каналах (B2, B3, B4, B5), в графе *Target Projection Parameters* - параметры целевой 39-й зоны (рис.39).

После выполнения операции получившиеся растры переименуйте в *B2_UTM_39.sgrd, B3_UTM_39.sgrd, B4_UTM_39.sgrd, B5_UTM_39.sgrd*.

Обрезка снимка по бассейну реки Усень

Чтобы обрезать снимок по водосборному бассейну реки Усень воспользуйтесь инструментом *Shapes – Grid Tools – Clip Grid with Polygon*.

В настройках инструмента в графе *Grid system* укажите систему растров, в строке *Input* – выберите изображения снимка *Landsat* в 4-х каналах, перепроецированных в 39-ю зону. В строке *Polygons* выберите векторный слой *Basins*, созданный в практической работе № 3, и отображающий водосборную площадь реки Усень (рис.40).

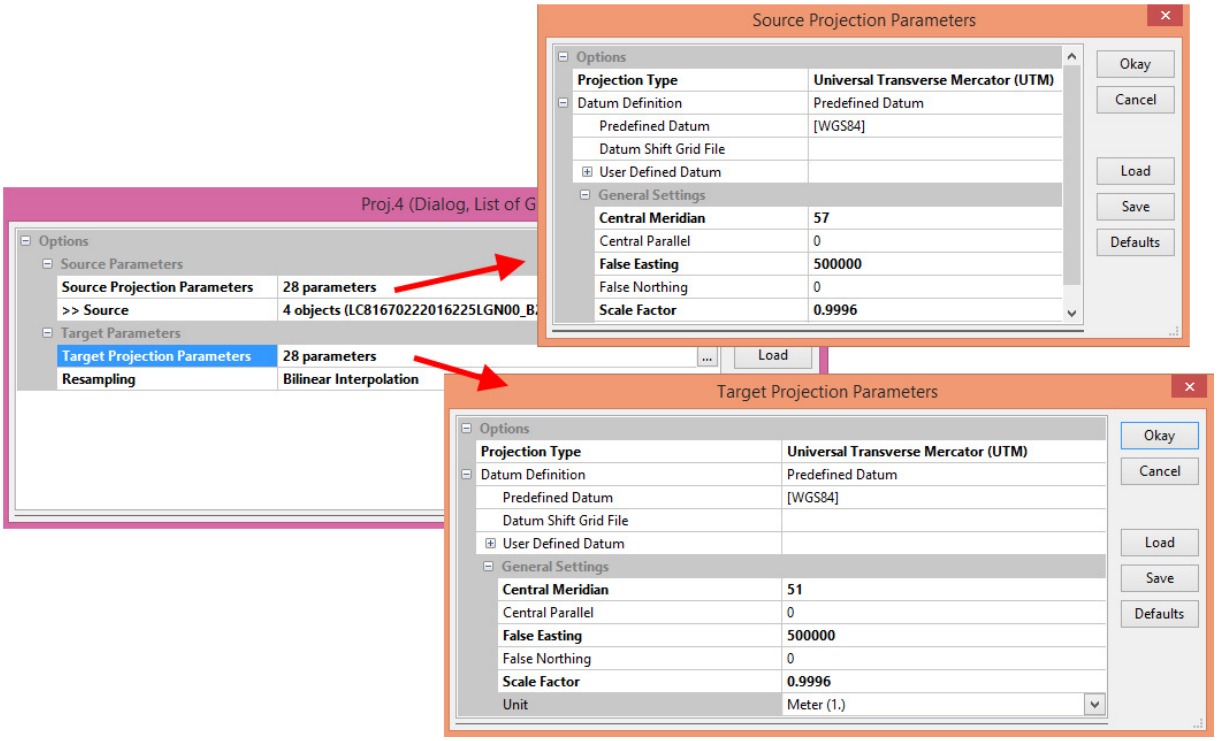


Рис.39. Перепроецирование снимка

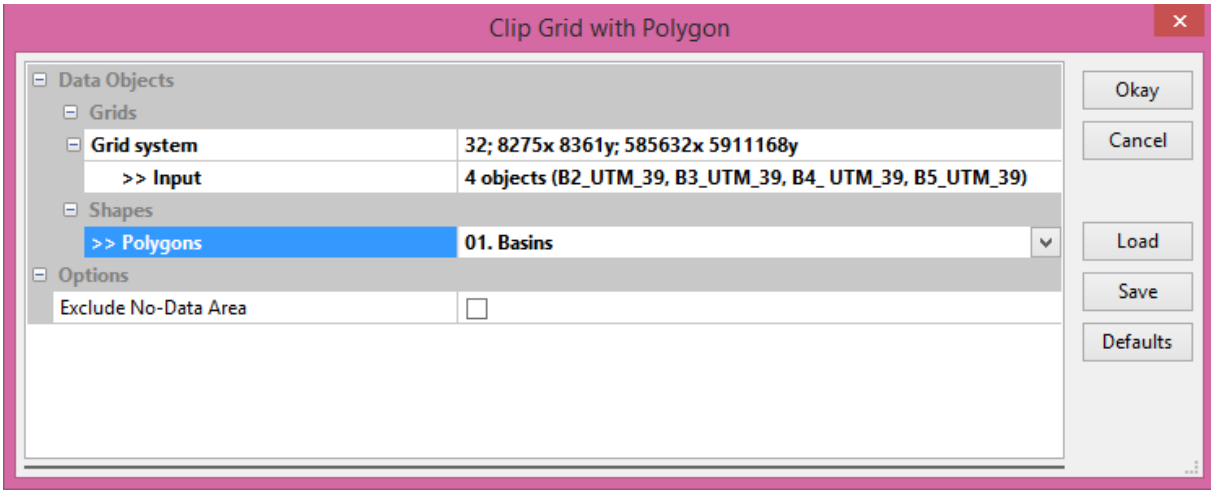


Рис.40. Обрезка снимка по водосборному бассейну

После выполнения операции сохраните получившиеся файлы в виде *B2_Usen.sgrd, B3_Usen.sgrd, B4_Usen.sgrd, B5_Usen.sgrd*.

Создание композитного изображения

Композитное изображение создается с помощью инструмента *Visualization – Grids – RGB Composite*. В его настройках укажите: в строке *Red – B4_Usen*, в строке *Green – B3_Usen*, в строке *Blue – B2_Usen*. Остальные параметры оставьте по умолчанию (рис.41).

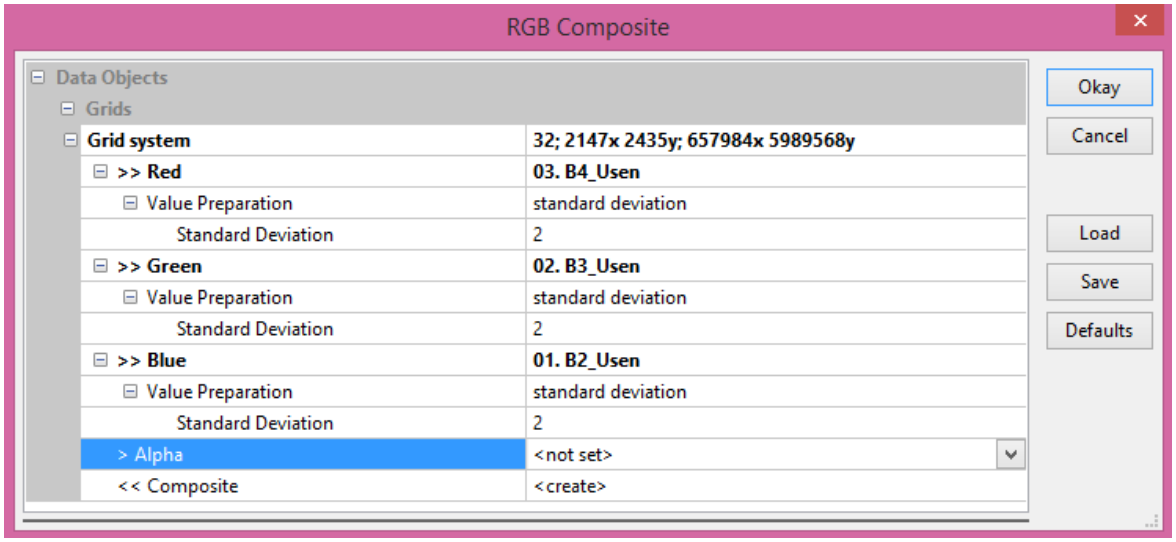


Рис.41. Создание RGB-композита

После выполнения операции сформируется изображение растра с цветами, близкими к реальности, такими, какими мы их привыкли видеть (рис.42).

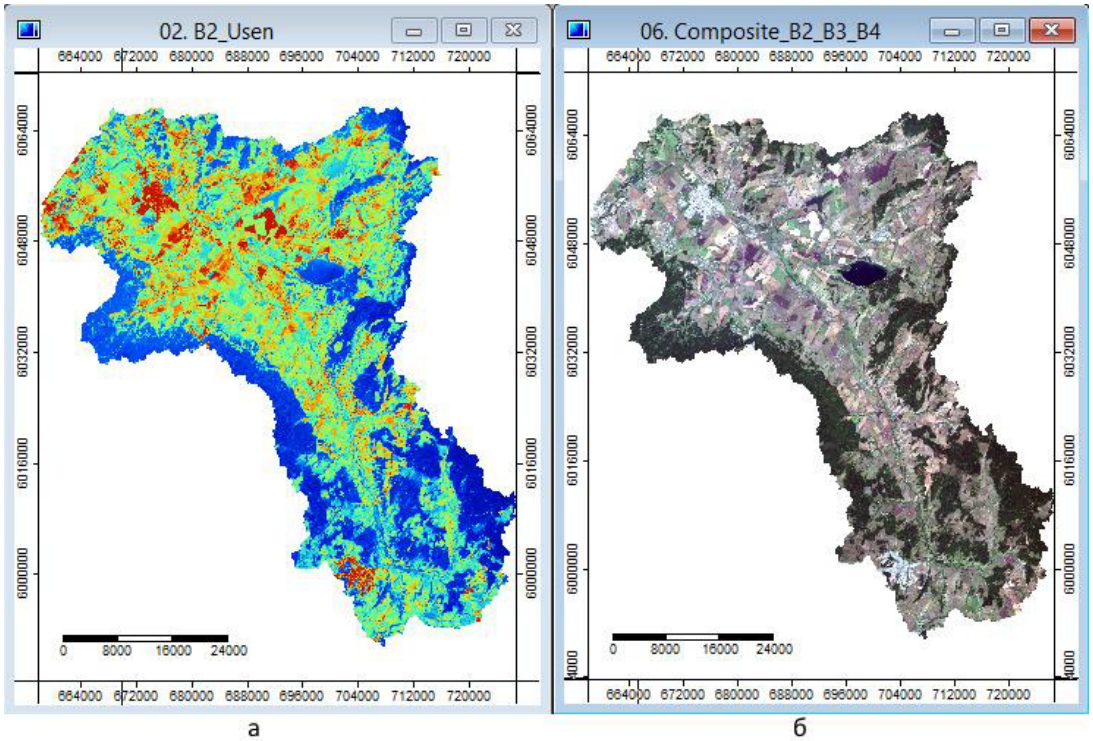


Рис.42. Изображение водосбора реки Усень в спектральном канале B2 (а) и на RGB-композите

Вопросы для самоконтроля

1. Что из себя представляют спутниковые изображения?
2. В каких направлениях экологического картографирования используются спутниковые изображения?
3. Охарактеризуйте спектральные диапазоны спутника Landsat 8.
4. Какая проекция задана для космических снимков Landsat 8?
5. Как загрузить космический снимок Landsat в программу SAGA GIS?
6. Что такое RGB-композит?

Литература для углубленного изучения

- Курбанов, Э.А. Четыре десятилетия исследования лесов по снимкам Landsat [Текст] / Э.А.Курбанов [и др.] // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Сер. Лес. Экология. Природопользование. – 2014. - №1 (21). – С.18-32.
- Сутырина, Е.Н. Дистанционное зондирование Земли [Текст]: учебное пособие / Е.Н.Сутырина. – Иркутск: изд-во ИГУ, 2013. – 165 с.
- Силкин, К. GIS-Lab: Коррекция материалов Landsat [Электронный ресурс]. – 2015. – URL: http://gis-lab.info/qa/landsat-data-correction.html
- EarthExplorer [Электронный ресурс] // URL: https://earthexplorer. usgs.gov/
- Landsat Missions [Электронный ресурс] // URL: https://landsat. usgs.gov/

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №7. РАСЧЕТ ВЕГЕТАЦИОННОГО ИНДЕКСА И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТИПА ПОДСТИЛАЮЩЕЙ ПОВЕРХНОСТИ

Теоретические сведения и постановка задачи

В мировой практике широко используется информация дистанционных изображений о структуре и свойствах растительности, при оценке современного состояния растительного покрова и параметров его биоразнообразия, а также при выявлении закономерностей его пространственно-временной организации в условиях разной степени антропогенного воздействия. Технические возможности современных спутниковых систем дистанционного зондирования позволяют осуществлять глобальные наблюдения растительного покрова в широком диапазоне длин волн электромагнитного излучения, величин пространственного и временного разрешения.

Характерным признаком растительности и ее состояния является спектральная отражательная способность, характеризующаяся большими различиями в отражении излучения разных длин волн. Знания о связи структуры и состояния растительности с ее спектрально отражательными способностями позволяют использовать аэрокосмические снимки для картографирования и идентификации типов растительности и их стрессового состояния.

Для работы со спектральной информацией часто прибегают к созданию так называемых «индексных» изображений. На основе комбинации значений яркости в определенных каналах, информативных для выделения исследуемого объекта и расчета по этим значениям «спектрального индекса» объекта строится изображение, соответствующее значению индекса в каждом пикселе, что и позволяет выделить исследуемый объект или оценить его состояние. Спектральные индексы, используемые для изучения и оценки состояния растительности, получили общепринятое название вегетационных индексов. В настоящее время существует около 160 вариантов вегетационных индексов. Они подбираются эмпирическим путем, исходя из известных особенностей кривых спектральной отражательной способности растительности и почв. Расчет большей части вегетационных индексов базируется на двух наиболее стабильных (не зависящих от прочих факторов) участках кривой спектральной отражательной способности растений. На красную зону спектра (0,62-0,75 мкм) приходится максимум поглощения солнечной радиации хлорофиллом, а на ближнюю инфракрасную зону (0,75-1,3 мкм) максимальное отражение энергии клеточной структурой листа. Т. е. высокая фотосинтетическая активность (связанная, как правило, с большой фитомассой растительности) ведет к более низким значениям коэффициентов отражения в красной зоне спектра и большим значениям в

ближней инфракрасной. Отношение этих показателей друг к другу позволяет четко отделять растительность от прочих природных объектов.

Вегетационные индексы сгруппированы в категории по свойству растительности, которое они характеризуют.

Индексы Broadband Greenness отражают общее количество растительности и используются для оценки ее состояния при решении широкого круга задач. Они суммируют и отражают влияние таких факторов, как содержание хлорофилла, площадь листовой поверхности, сомкнутость и структура растительного покрова. Вегетационные индексы этой группы хорошо коррелируют с индексом фотосинтетически активной радиации и индексом листовой поверхности. Их можно использовать при работе с любыми мультиспектральными аэрокосмическими снимками высокого, среднего или низкого разрешения, у которых есть спектральные каналы в красной и ближней инфракрасной зонах. Основное назначение этих индексов – картирование растительного покрова, выявление площадей покрытых и непокрытых растительностью, оценка и мониторинг состояния растительного покрова, оценка продуктивности и урожайности.

Индексы Narrowband Greenness отражают общее количество и состояние растительности. Все, сказанное для предыдущей группы индексов (Broadband Greenness), справедливо и здесь. Отличие в том, что для расчетов этих индексов используются значения коэффициентов отражения на участке спектра от 0,690 до 0,750 мкм, т. е. рассматривается область ближнего инфракрасного склона спектральной кривой растительности. Использование значений коэффициентов отражения в узких спектральных зонах позволяет с помощью индексов фиксировать даже небольшие изменения состояния растительности. Расчет индексов возможен только по гиперспектральным аэрокосмическим снимкам

Индексы Light Use Efficiency отражают эффективность, с которой растительность способна использовать поступающий свет для фотосинтеза. Они хорошо коррелируют с эффективностью усвоения углерода и с активностью роста, а также тесно связаны с поглощением фотосинтетически активной радиации. Вегетационные индексы учитывают соотношение между различными типами пигментов для оценки общей эффективности использования света. Индексы помогают оценить рост и продуктивность растений, что актуально при решении сельскохозяйственных задач.

Индекс Canopy Nitrogen отражает концентрацию азота в растительном покрове. Азот входит в состав белков, хлорофилла и многих других органических соединений. Высокие концентрации обычно наблюдаются в быстрорастущей растительности. При азотном голодании листья приобретают бледно-зеленую окраску, мельчают, уменьшается ветвление побегов. При избытке азота усиливается рост, ткани образуются рыхлые, цветение задерживается. Вегетационные индексы, чувствительные к хлорофиллу, часто одновременно отражают содержание

азота. Для расчета относительного содержания азота в растительном покрове используется средний инфракрасный диапазон (SWIR).

Индексы Dry or Senescent Carbon разработаны для учета общего количества «сухого» углерода в виде лигнина и целлюлозы. Такой углерод в больших количествах присутствует в древесине и в мертвых или сухих растительных тканях. Увеличение этих показателей может отражать процесс «старения» и отмирания растений. Для расчета относительного содержания азота в растительном покрове используется средний инфракрасный диапазон (SWIR). Эти индексы широко используются при оценке пожаропасности на территории.

Индексы Leaf Pigments оценивают пигменты, характерные для растений в состоянии стресса. К ним относятся каротиноиды и антоцианины, которые наблюдаются в значительных количествах у угнетенной растительности. Индексы не учитывают хлорофилл, так как он измеряется с использованием индексов «зелености». Областями применения индексов Leaf Pigments является сельское хозяйство (мониторинг состояния полей и оценка урожайности), а также выявление участков растительного покрова, находящихся в стрессовом состоянии. Часто индексы могут показать стрессовое состояние растительности еще до того, как оно будет заметно «невооруженным глазом». Для их расчета используются данные в узких спектральных зонах видимого диапазона.

Индексы Canopy Water Content разработаны для оценки содержания влаги в растительном покрове. Содержание воды – важный показатель, высокое содержание влаги характерно для здоровой растительности, которая быстрее растет и более устойчива к пожарам. Для расчетов индексов используется ближний и средний инфракрасный диапазоны. Индексы широко применяются при оценке пожароопасности на территории вместе с индексами группы Dry or Senescent Carbon. Каждая из перечисленных групп индексов предназначена для оценки какого-либо из свойств растительного покрова и содержит несколько индексов. Для конкретных природных условий и различных задач одни индексы из группы могут дать более точные результаты, чем другие. Сравнивая результаты расчетов индексов с полевыми данными, можно выбрать индекс, максимально точно отражающий исследуемое свойство. Таким образом существенно повышается точность результатов при последующей обработке.

Индекс Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) – нормализованный разностный индекс растительности был впервые описан Rouse B.J. в 1973 г. – простой количественный показатель количества фотосинтетически активной биомассы чувствителен к наличию растительности на земной поверхности и может быть использован для определения ее типа, количества и состояния. Индекс вычисляется по следующей формуле:

$$NDVI = \frac{(NIR - RED)}{(NIR + RED)},$$

где NIR – отражение в ближней инфракрасной области спектра;

RED – отражение в красной области спектра.

Для растительности индекс NDVI принимает положительные значения, и чем больше зеленая фитомасса, тем они выше. На значения индекса влияет также видовой состав растительности, ее сомкнутость, состояние, экспозиция и угол наклона поверхности, цвет почвы под разреженной растительностью. Индекс умеренно чувствителен к изменениям почвенного фона, кроме случаев, когда густота растительного покрова ниже 30%. Индекс может принимать значения от -1 до 1 (рис.43). Для зеленой растительности индекс обычно принимает значения от 0,2 до 0,8 (Черепанов, Дружинина, 2009).

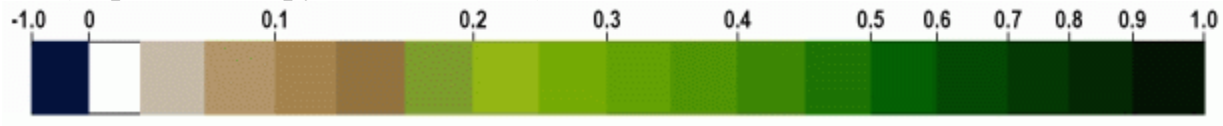


Рис.43. Дискретная шкала NDVI

Индекс NDVI имеет много модификаций. Они предназначены для уменьшения влияния помехообразующих факторов. При низкой плотности растительного покрова оптимальным индексом для выделения растительности является почвенный вегетационный индекс SAVI (Soil Adjusted Vegetation Index). Усовершенствованный вегетационный индекс EVI (Enhanced Vegetation Index) основан на индексе NDVI и позволяет оценивать состояние растений как в условиях густого растительного покрова, так и в условиях разреженной растительности. ARVI (Atmospherically Resistant Vegetation Index,) – вегетационный индекс, устойчивый к влиянию атмосферы.

Техническая постановка задачи состоит в следующем:

1. Произвести радиометрическую калибровку космического снимка Landsat.
2. Построить на его основе индексное изображение (вегетационный индекс NDVI).
3. Определить тип подстилающей поверхности интерпретированием индекса NDVI.

Радиометрическая калибровка снимка

Перед построением индексных изображений необходима радиометрическая калибровка снимка. В данных Landsat каждый пиксель хранит безразмерное нормализованное значение (Digital Number / DN), полученное после преобразований «сырых» значений, зарегистрированных сенсором спутника. На разных снимках, и даже в разных каналах одного снимка эти числа могут быть совершенно несопоставимы. Поэтому такие нормализованные значения (DN) следует перевести в отражательную способность (reflectance).

Необходимо произвести радиометрическую калибровку с помощью инструмента *Imagery – Tools – Top of Atmosphere Reflectance*. В настройках в строке *DN Band4* укажите *B4_Usen*, в строке *DN Band5 – B5_Usen*. В строке *Metadata File* выберите текстовый документ с метаданными, загружаемый вместе со снимком. После указания этого файла заполнятся нижележащие стоки: *Spacecraft Sensor (Landsat-8 OlI/TIRS)*, *Image Acquisition Date (2016-08-12)*, *Image Creation Date (2016-08-24)* и *Suns's Height (48.26734329)*. Остальные параметры оставьте без изменений (рис.44).

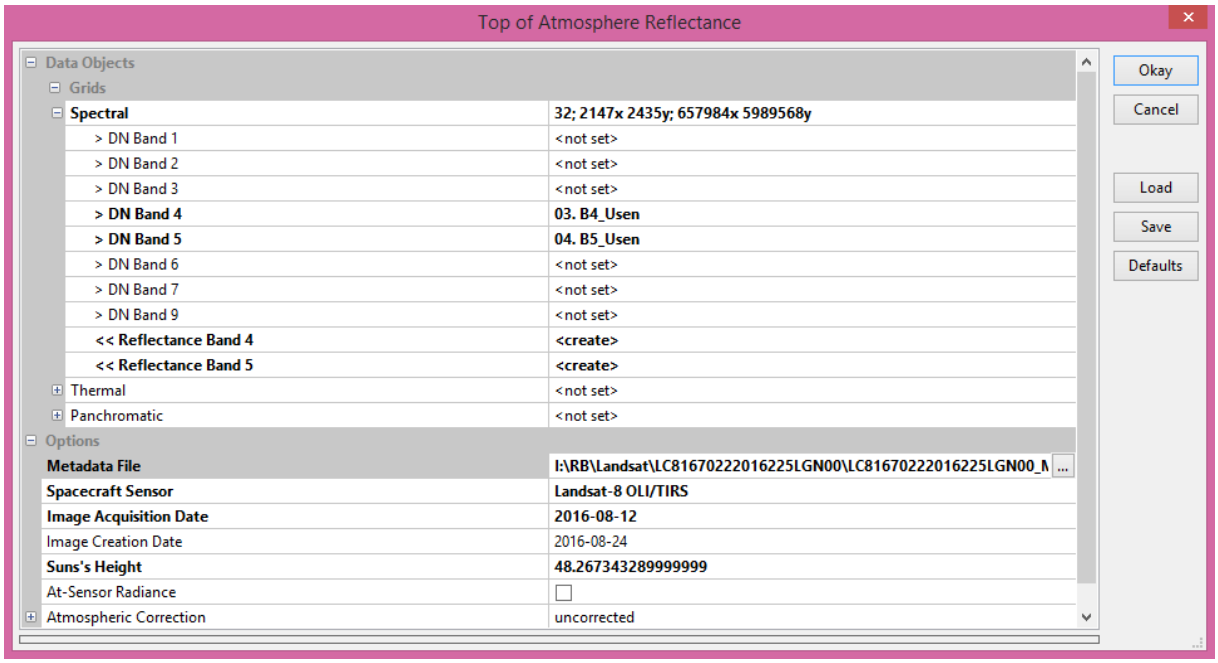


Рис.44. Радиометрическая калибровка

Сформированные изображения сохраните как B4_Usen [Reflectance].sgrd и B5_Usen [Reflectance].sgrd.

Расчет вегетационного индекса

В SAGA GIS рассчитать нормализованный разностный вегетационный индекс (NDVI) можно двумя способами. Первый способ – автоматический – представляет выбор специального встроенного инструмента для расчета некоторых вегетационных индексов. Согласно ему выберите инструмент *Imagery – Tools – Vegetation Index (Slope Based)*. В настройках инструмента в строке *Red Reflectance* укажите *B4_Usen [Reflectance]*, в строке *Near Infrared Reflectance – B5_Usen [Reflectance]*. В строке *Normalized Difference Vegetation Index* выберите опцию <create>.

В результате выполнения операции получившийся растр сохраните как *NDVI.sgrd*.

Второй способ – ручной – представляет самостоятельный ввод формулы в калькуляторе растров (Grid – Calculus – Grid Calculator). Этим способом можно рассчитать и другие вегетационные индексы, не представленные в программе.

Построение типов подстилающей поверхности

Теперь необходимо интерпретировать значения NDVI и классифицировать изображение.

Отрицательные значения NDVI характерны для водных объектов; положительные и близкие к нулю значения – для почв, грунтов и сухой растительности; максимальные значения – для вегетирующей растительности; промежуточные значения – для различных состояний растительного покрова.

Чтобы ввести эти значения, в свойствах растра NDVI (окно *Properties*, вкладка *Settings*) выберите параметр *Colors – Type – Lookup Table*. Заполните таблицу *Table* так, как показано на рисунке 45, и нажмите *Okay – Apply*.

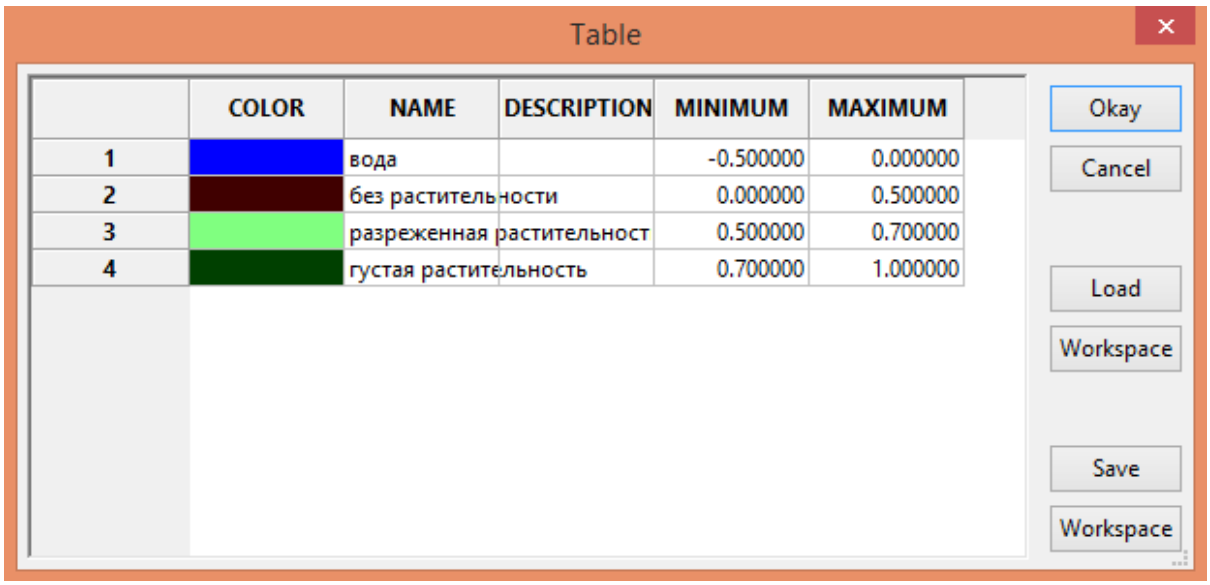


Рис.45. Интерпретация значений NDVI

Преобразованный растр сохраните как *NDVI_klass.sgrd*.

Сравните 3 растра: композитное изображение, NDVI, типы подстилающей поверхности (рис.46). Сделайте выводы, насколько точно можно дешифрировать космический снимок с помощью нормализованного разностного вегетационного индекса.

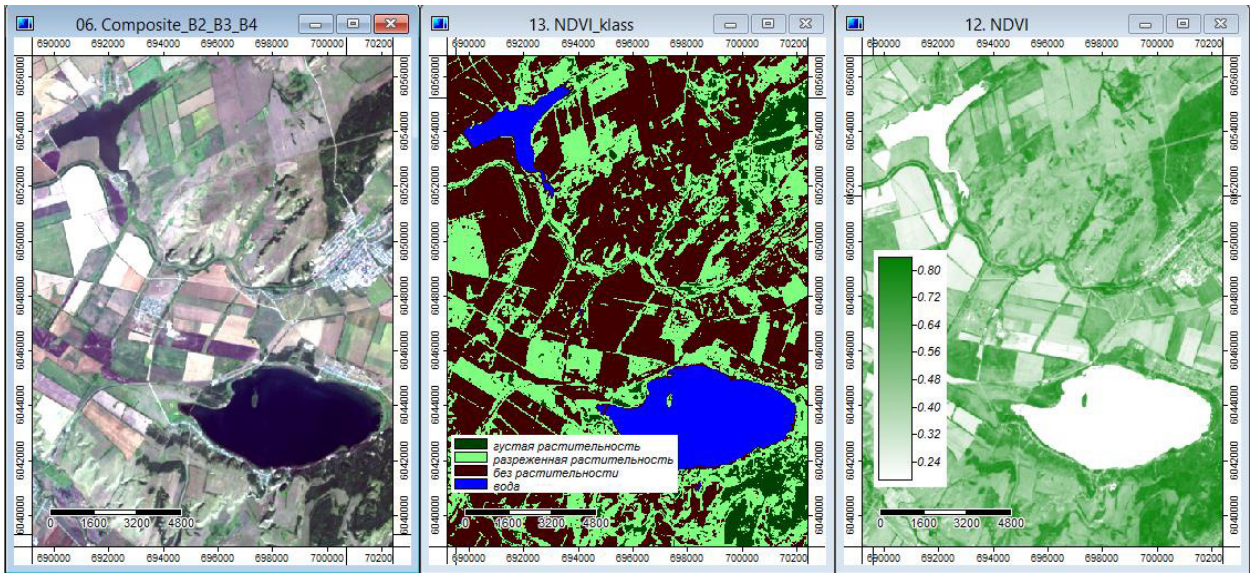


Рис.46. Отображение территории на различных растрах

Вопросы для самоконтроля

1. Для чего нужна радиометрическая калибровка космического снимка?
2. В чем физический смысл нормализованного разностного вегетационного индекса NDVI?
3. Для каких целей применяется вегетационный индекс NDVI?
4. Назовите вегетационные индексы, устойчивые к влиянию почвы.
5. Какие вегетационные индексы являются устойчивыми к влиянию атмосферы?
6. Какие вегетационные индексы необходимо использовать в случае изучения территории с разряженной растительностью?

Литература для углубленного изучения

– Рахматуллина, И.Р. Ландшафтно-экологическое картографирование водосборов малых рек в программе SAGA GIS (на примере реки Усень Республики Башкортостан) [Текст] / И.Р.Рахматуллина, З.З.Рахматуллин, Э.Р.Латыпов // Известия Уфимского научного центра Российской академии наук. – 2017. – 4(1). – С.75-78
– Черепанов, А.С. Вегетационные индексы [Текст] / А.С.Черепанов // Геоматика. – 2011. - №2. - С.98-102.
– Черепанов, А.С. Спектральные свойства растительности и вегетационные индексы [Текст] / А.С.Черепанов, Е.Г.Дружинина // Геоматика. – 2009. – №3. – С.28-32.
– NDVI – теория и практика [Электронный ресурс] // URL: http://gis-lab.info/qa/ndvi.html

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В последние годы наблюдается бум в экологическом картографировании, вызванный доступностью для широкого потребителя космической информации, совершенствованием автоматизированных приемов получения и обработки информации, использованием географических информационных систем, в том числе со свободной лицензией.

Все это нашло отражение в большом количестве опубликованных статей, монографий и картографических продуктов по самым разнообразным направлениям экологического картографирования: при разработке комплексных территориальных систем оптимизации природопользования; при прогнозировании экологических ситуаций, в ландшафтном планировании и проектировании, в разработке крупных природоохранных проектов, в оценке уровня загрязнения природных сред; в формировании экологического каркаса территории и т.д.

Содержание данного практикума не является исчерпывающим. Полное освещение методов отображения территориального распределения каждого из экологического фактора и степени антропогенного влияния на него требует объема полноценной монографии. Вместе с тем приведенный практический материал достаточен для составления относительно простых картографических продуктов, типичных в работе эколога, географа, исследователя в области наук о Земле, сельского и лесного хозяйства. А теоретическая часть содержит материал, призванный вызвать интерес для дальнейшего, более глубокого и детального изучения науки, находящейся в постоянном развитии и совершенствовании – экологического картографирования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Берлянт, А.М. Картография [Текст]: учебник для вузов. – М.: Аспект Пресс, 2002. – 336 с.
2. Гидрография. Определение гидрографических характеристик рек и их водосборов с применением цифрового картографического моделирования [Текст]: учеб. пособие / сост. В.Г.Калинин, С.В.Пьянков. – Пермь, 2013. – Ч.2. – 71 с.
3. Глотов, А.А. Использование ЦМР для эффективного управления природопользованием [Текст] / А.А. Глотов // Геоматика. – 2013. - №4. – С.32-36.
4. Государственный доклад о состоянии природных ресурсов и окружающей среды Республики Башкортостан в 2015 году [Текст]. – Уфа: Министерство природопользования и экологии Республики Башкортостан, 2016. – 310 с.
5. ГОСТ 211667-76 Картография. Термины и определения (с изменениями, утвержденными в июле 1981 г, ноябре 2001 г.) – М.: ИПК Издательство стандартов, 2002. – 40 с.
6. Краснощеков, А.Н. Геоинформационные системы в экологии [Текст]: учебное пособие / А.Н.Краснощеков, Т.А.Трифонова, Н.В.Мищенко. – Владим.гос.ун-т, 2004. – 152 с.
7. Кошель, С.М. Современные методы расчета распределения поверхностного стока по цифровым моделям рельефа [Текст] / С.М. Кошель, А.Л. Энтин // Геоморфологи: Современные методы и технологии цифрового моделирования рельефа в науках о Земле. – М.: Медиа-ПРЕСС, 2016. Вып 6. – С.24-34.
8. Кошкарев, А.В. Методика создания цифровой геоморфологической карты Москвы [Текст] / А.В.Кошкарев, А.В.Маркелов, Д.А.Маркелов и др. // Геоморфология. – 2011. – №2. – С.55-65.
9. Курбанов, Э.А. Четыре десятилетия исследования лесов по снимкам Landsat [Текст] / Э.А.Курбанов [и др.] // Вестник Поволжского государственного технологического университет. Сер. Лес. Экология. Природопользование. – 2014. - №1 (21). – С.18-32.
10. Лебедева, О.А. Картографические проекции [Текст]: методическое пособие. – Новосибирск, 2000. – 37 с.
11. Лурье, И.К. Геоинформационное картографирование. Методы геоинформатики и цифровой обработки космических снимков [Текст]: учебник / И.К. Лурье. – М.: КДУ, 2008. – 424 с.
12. Лурье, И.К. Информатика с основами геоинформатики. Ч. 2: Основы геоинформатики [Текст]: учеб. пособие / И.К. Лурье, Т.Е. Самсонов. – М.: МГУ, 2016. 200 с.
13. Рахматуллина, И.Р. Ландшафтно-экологическое картографирование водосборов малых рек в программе SAGA GIS (на примере реки Усень Республики Башкортостан) [Текст] / И.Р.Рахматуллина,

З.З.Рахматуллин, Э.Р.Латыпов // Известия Уфимского научного центра Российской академии наук. – 2017. – 4(1). – С.75-78
14. Сивков, В.С. Геоинформационная SAGA [Текст] / В.С.Сивков // Геопрофи - №6. -2007. -С. 10-13.
15. Симонов, Ю.Г. Речной бассейн и бассейновая организация географической оболочки [Текст] / Ю.Г.Симонов, Т.Ю.Симонова // Эрозия почв и русловые процессы: сборник трудов. –М.: МГУ, 2004. Вып 14.– С.7-32
16. Соколова, Г.Г. Влияние высоты местности, экспозиции и крутизны склона на особенности пространственного распределения растений [Текст] / Г.Г.Соколова // Acta Biologica Sibirica. – 2016. – №2(3). – С.34-45.
17. Справочник по картографии [Текст] / А.М.Берлянт, А.В.Гедымин, Ю.Г.Кельенр и др. – М.: Недра, 1988. – 428 с.
18. Стурман, В.И. Экологическое картографирование [Текст]: учебное пособие / В.И. Стурман. –М.: Аспект Пресс, 2003. – 251 с.
19. Стурман, В.И. Современные подходы к картографированию загрязнения атмосферного воздуха за рубежом и в России [Текст] / В.И.Стурман, А.В.Семакина // Известия РГО. – Т.146, вып.2. – 2014. – С.28-37.
20. Сутырина, Е.Н. Дистанционное зондирование Земли [Текст]: учебное пособие / Е.Н.Сутырина. – Иркутск: изд-во ИГУ, 2013. – 165 с.
21. Толкач, И.В. Системы приема и обработки данных дистанционного зондирования: лабораторный практикум [Текст]: учеб.-метод. пособие / И.В.Толкач. – Минск: БГТУ, 2016. – 70 с.
22. Черепанов, А.С. Вегетационные индексы [Текст] / А.С.Черепанов // Геоматика. – 2011. – №2. – С.98-102.
23. Черепанов, А.С. Спектральные свойства растительности и вегетационные индексы [Текст] / А.С.Черепанов, Е.Г.Дружинина // Геоматика. – 2009. – №3. – С.28-32.
24. Шарый, П.А. Топографический метод вторых производных [Текст] // Геометрия структур земной поверхности. - Пущино: ПНЦ АН СССР, 1991. – С.30-60.
25. Шихов, А.Н. Геоинформационные системы: применение ГИС-технологий при решении гидрологических задач [Текст]: практикум: учеб. пособие / А.Н. Шихов, Е.С. Черепанова, А.И. Пономарчук: Перм.гос.нац.исслед.ун-т. – Пермь, 2014. – 91 с.
26. Свідзінська, Д. В. Методи геоекологічних досліджень: геоінформаційний практикум на основі відкритої ГІС SAGA [Текст]: навчальний посібник / Д. В. Свідзінська. – Київ: Логос, 2014. – 402 с.
27. Sutton T. A Gentle Introduction to GIS [Текст] / T. Sutton, O. Dassau, M. Sutton. - Spatial Planning & Information, Department of Land Affairs, Eastern Cape, 2009 - 114 p.

СПИСОК ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСОВ

1. Документация QGIS 2.18. [Электронный ресурс]. - URL https://docs.qgis.org/2.18/ru/docs/user_manual/ (дата обращения: 08.05.2018).
2. Дубинин, М.Ю. GIS-Lab: Описание и получение данных SRTM [Электронный ресурс]. – 2004. – URL: http://gis-lab.info/qa/srtm.html (дата обращения: 08.05.2018).
3. Еськов, А. GIS-Lab: Краткое введение в ГИС. Перевод книги Sutton T. A Gentle Introduction to GIS [Электронный ресурс]. – 2013. – URL: http://gis-lab.info/qa/gentle-intro-gis.html (дата обращения: 08.05.2018).
4. Официальный ресурс для скачивания данных SRTM. CGIAR-CSI SRTM 90m DEM Digital Elevation Database [Электронный ресурс] // URL: http://srtm.csi.cgiar.org/ (дата обращения: 08.05.2018).
5. Савиных, В. П. Информационное обеспечение научных и прикладных исследований на основе космической информации [Электронный ресурс] / В.П. Савиных // ПНиО. 2015. №2 (14). URL: http://cyberleninka.ru/article/n/informatsionnoe-obespechenie-nauchnyh-i-prikladnyh-issledovaniy-na-osnove-kosmicheskoy-informatsii (дата обращения: 08.05.2018).
6. Свидзинская, Д.В. Основы QGIS [Электронный ресурс] / Д.В. Свидзинская, А.С. Бруй. - Киев, 2014. - 83 с. - URL: http://lab.osgeo.org.ua/files/QGIS_intro.pdf (дата обращения: 08.05.2018).
7. Свидзинская Д.В. GIS-Lab: Основные геоморфометрические параметры: теория [Электронный ресурс]. – 2013 (а). – URL http://gis-lab.info/qa/geomorphometric-parameters-theory.html (дата обращения: 08.05.2018).
8. Свидзинская Д. В. GIS-Lab: Открытая настольная ГИС SAGA – общая характеристика [Электронный ресурс]. - 2012. - URL: http://gis-lab.info/qa/saga-intro.html (дата обращения: 08.05.2018).
9. Свидзинская Д.В. GIS-Lab: Первичная обработка данных SRTM в ГИС SAGA [Электронный ресурс]. – 2013 (б). – URL: http://gis-lab.info/qa/saga-srtm-preprocessing.html (дата обращения: 08.05.2018).
10. Силкин, К. GIS-Lab: Коррекция материалов Landsat [Электронный ресурс]. – 2015. – URL: http://gis-lab.info/qa/landsat-data-correction.html (дата обращения: 08.05.2018).
11. Conrad, O. System for Automated Geoscientific Analyses (SAGA) v. 2.1.4 [Электронный ресурс] / O. Conrad, B. Bechtel, M. Bock, H. Dietrich, E. Fischer, L. Gerlitz, J. Wehberg, V. Wichmann, J. Böhner // Geosci. Model Dev., 8, 1991-2007, doi:10.5194/gmd-8-1991-2015, URL: http://www.geosci-model-dev.net/8/1991/2015/gmd-8-1991-2015.html (дата обращения: 08.05.2018).
12. EarthExplorer [Электронный ресурс]. - URL: https://earthexplorer.usgs.gov/ (дата обращения: 08.05.2018).

13. Landsat Missions [Электронный ресурс]. - URL: https://landsat.usgs.gov/ (дата обращения: 08.05.2018).
14. NDVI – теория и практика [Электронный ресурс]. - URL: http://gis-lab.info/qa/ndvi.html (дата обращения: 08.05.2018).
15. QGIS - Свободная географическая информационная система с открытым кодом [Электронный ресурс]. - URL: http://www.qgis.org/ru/site/ (дата обращения: 08.05.2018).
16. SAGA - System for Automated Geoscientific Analyses (version.3.0.0) [Электронный ресурс]. - URL: http://www.saga-gis.org/en/index.html (дата обращения: 08.05.2018).
17. User Guide for SAGA (version 2.0.5). Volume 1 [Электронный ресурс] / Vern Cimmery, 2010. – URL: https://netix.dl.sourceforge.net/project/saga-gis/SAGA%20-%20Documentation/SAGA%202%20User%20Guide/SAGA_User_Guide_Vol1_Cimmery_version_2.0.5_20100823.pdf (дата обращения: 08.05.2018).

Учебное издание

Ирина Римилевна Рахматуллина,
Загир Забирович Рахматуллин,
Андрей Алексеевич Кулагин.

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ КАРТОГРАФИРОВАНИЕ

Практикум

Лиц. на издат. деят. Б848421 от 03.11.2000 г. Подписано в печать 29.06.2018.

Формат 60Х84/16. Компьютерный набор. Гарнитура Times.

Отпечатано на ризографе. Усл. печ. л. – 5,0. Уч.-изд. л. – 4,8.

Тираж 100 экз. Заказ № 1342.

ИПК БГПУ 450000, г. Уфа, ул. Октябрьской революции, 3а