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)*

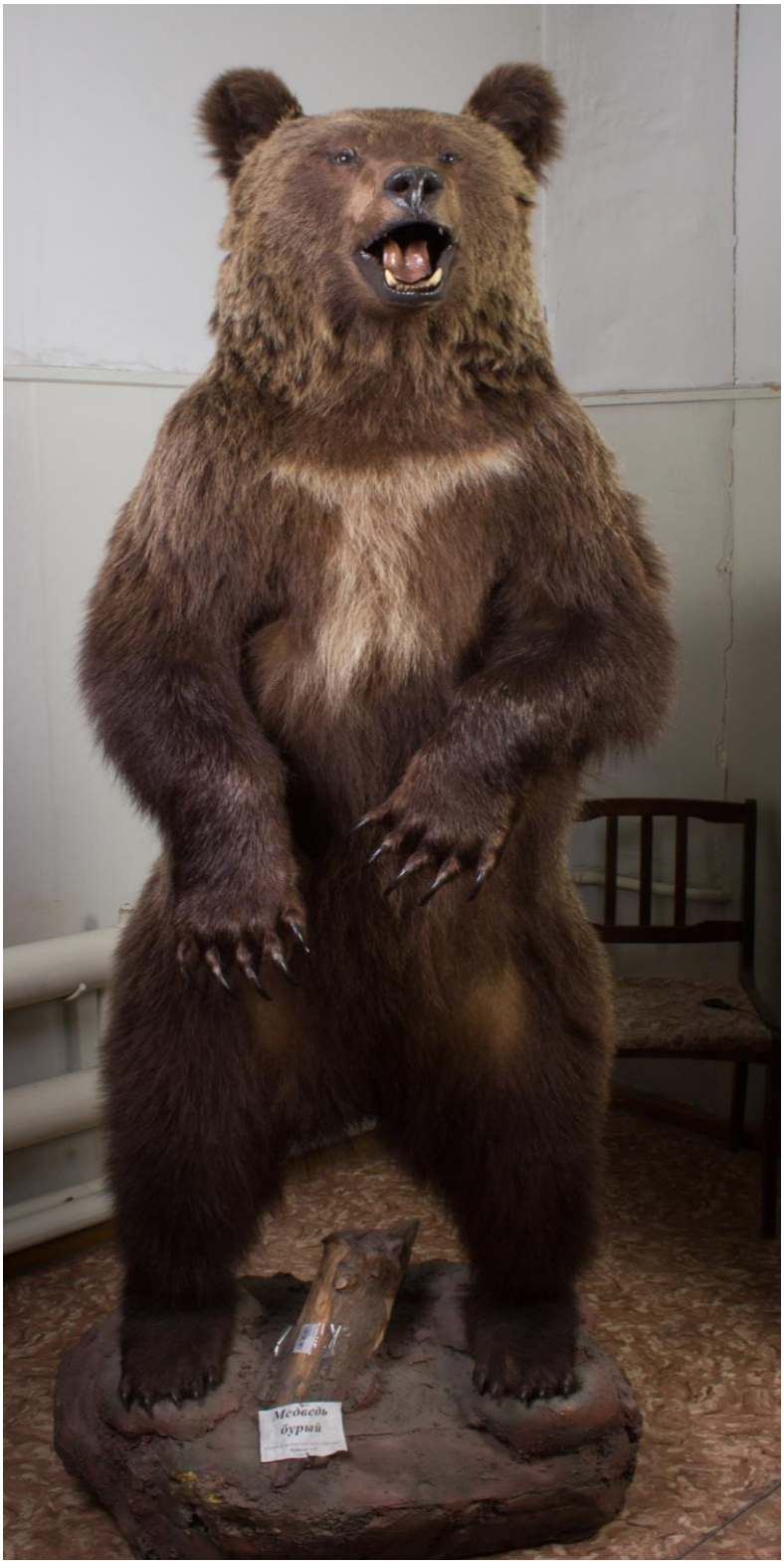


Рис.7. Бурый медведь (*Ursus arctos*)



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

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

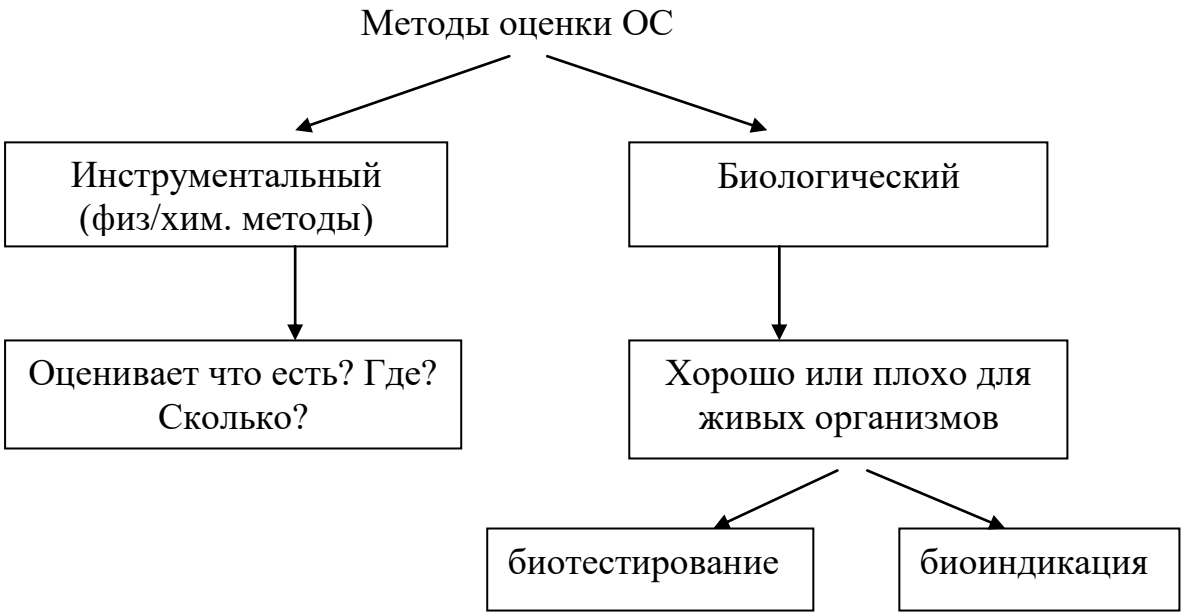
Оценка влияния крупных автомагистралей на состояние растительного покрова…….…… 63
Изучение кислотности осадков с помощью семян различных культур 64
Определение выбросов загрязняющих веществ автотранспортом…… 66
Тема 3. **Экологическая оценка качества почвы**……... 74
Морфологические свойства почв…… 74
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

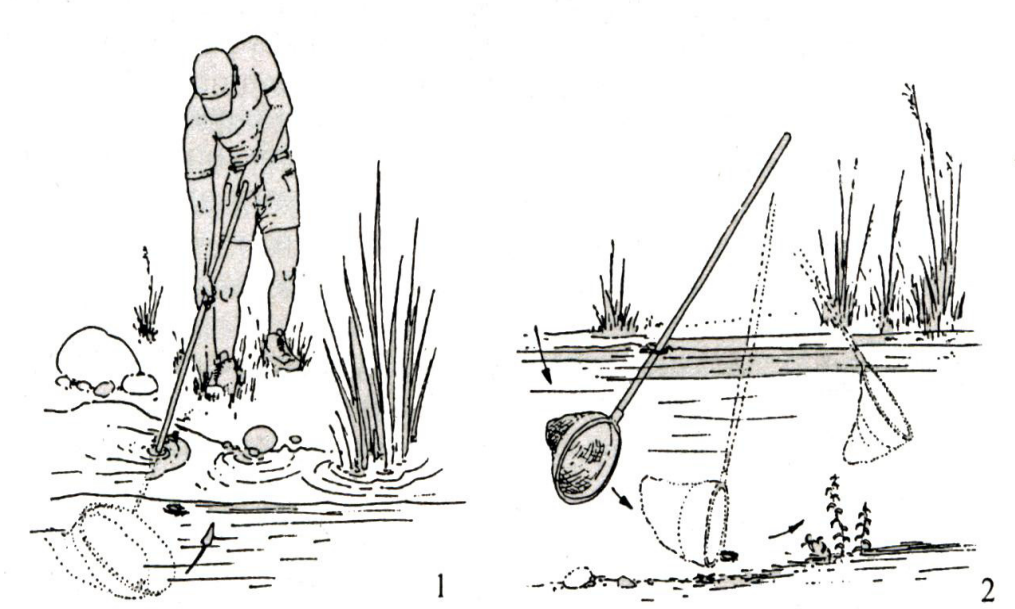


Рис.2. Ловля сачком крупных беспозвоночных: 1 – ловля у поверхности воды, 2 – ловля на глубине.

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 СО, 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:

$$ПВ = (c – b)/ (b – a) \text{ x } 100 \text{ \%, где}$$

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-чер-ничник	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 M – 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	Рибо-фла-вин, мг	Никоти-новая к-та, мг-экв	Аскорби-новая к-та, мг	Витамины		Каль-ций, мг	Желе-зо, мг
							мкг-экв ретинола	мкг-экв каль-циферо-ла		
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	3000	75	1,2	1,7	18	30	750	2,5	500	10
активный	3600	90	1,4	1,7	18	30	750	2,5	500	10
- очень										

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, ^0C - 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

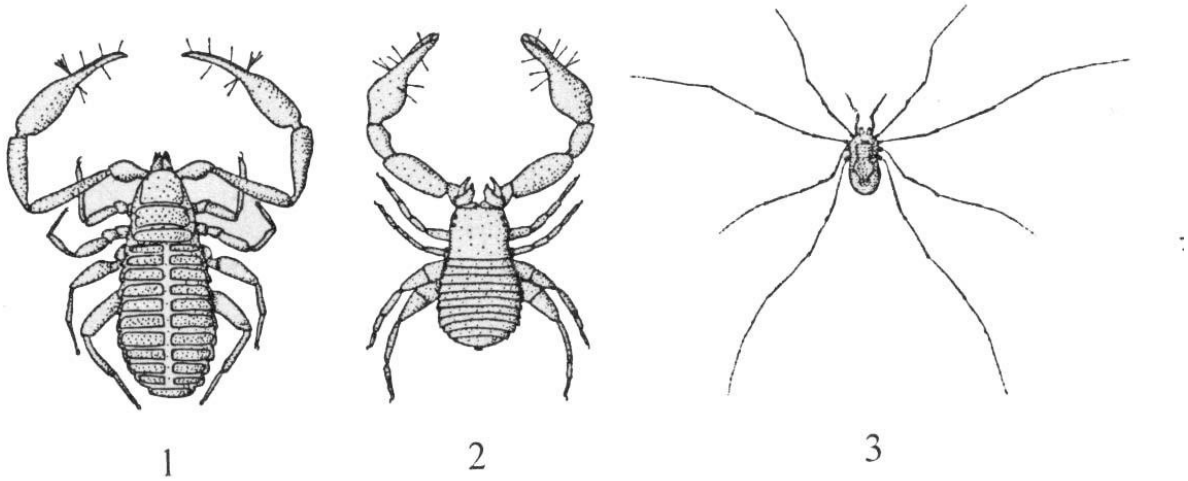


Рис.2. Внешний вид наиболее обычных паукообразных: 1 – ложноскорпион хелифер, 2 – ложноскорпион необизиум, 3 – обыкновенный сенокосец.

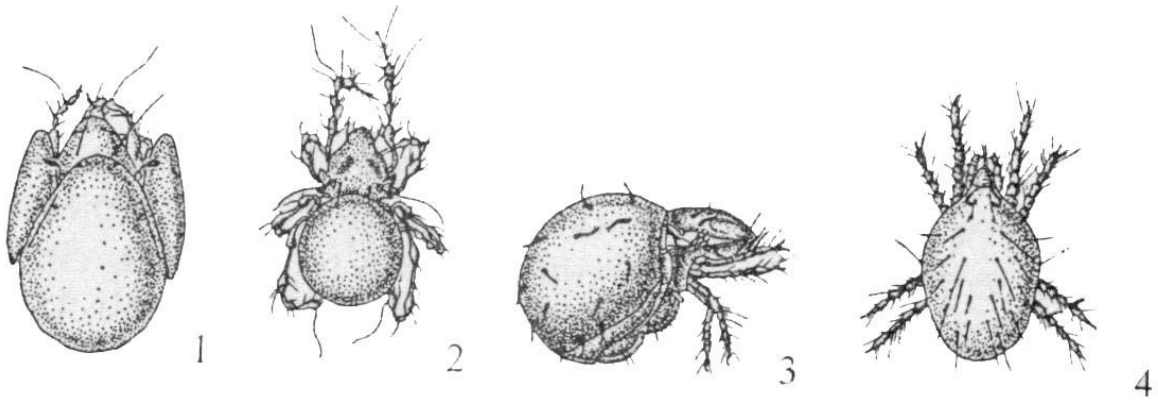


Рис.3. Типичные представители основных отрядов клещей: 1 – орибатный клещ галюмния, 2 - орибатный клещ метабельба, 3 – орибатный клещ птиракарус, 4 – крапивный паутинный клещ.

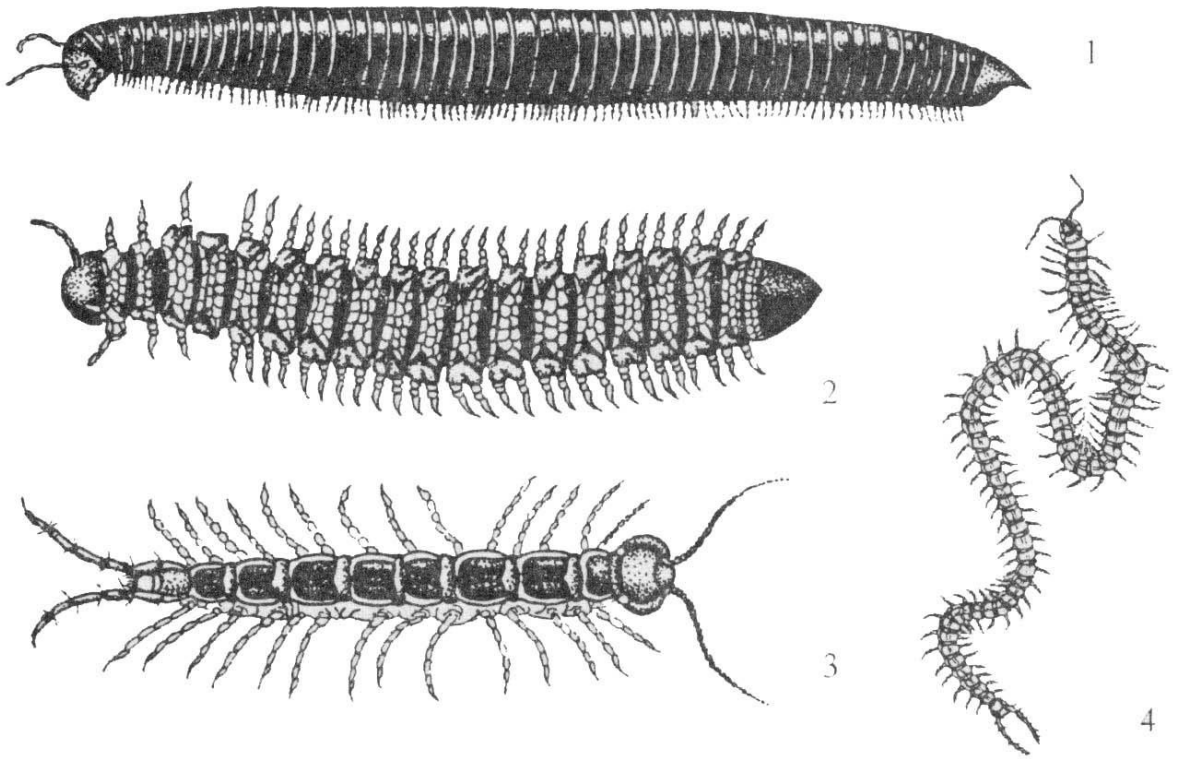


Рис.4. Почвенные многоножки: 1 – песчаный кивсяк, 2 – многосвяз уплощенный, 3 – костянка обыкновенная, 4- землелюб.

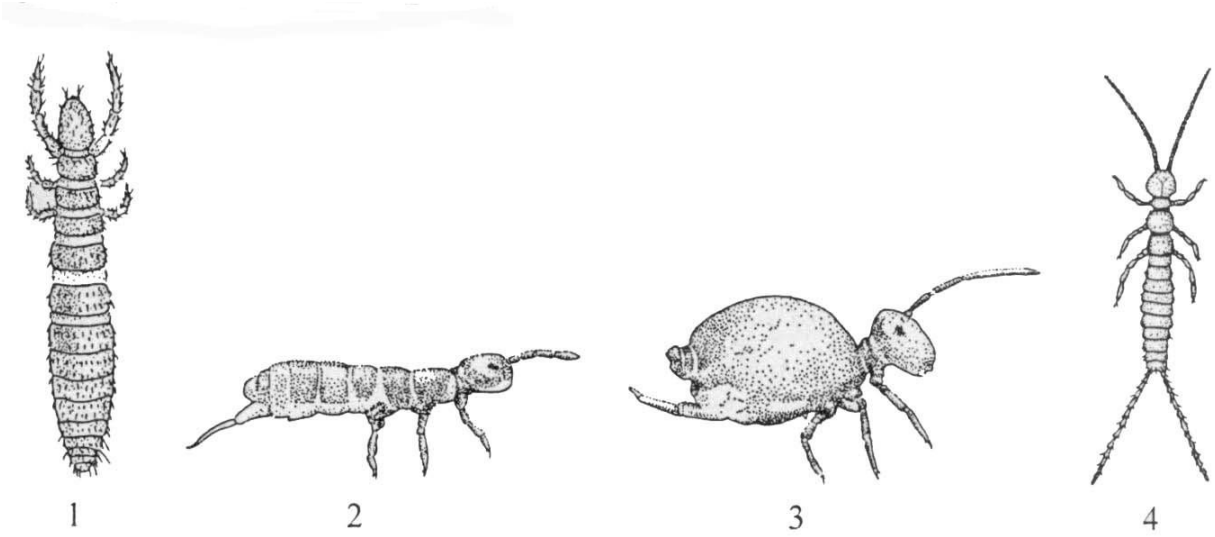


Рис.5. Скрыточелюстные насекомые: 1 – бессяжечник европейский, 2 – членистобрюхая многохвостка зеленая изотома, 3 – слитнобрюхая многохвостка сминтур, 4 – двухвостка.

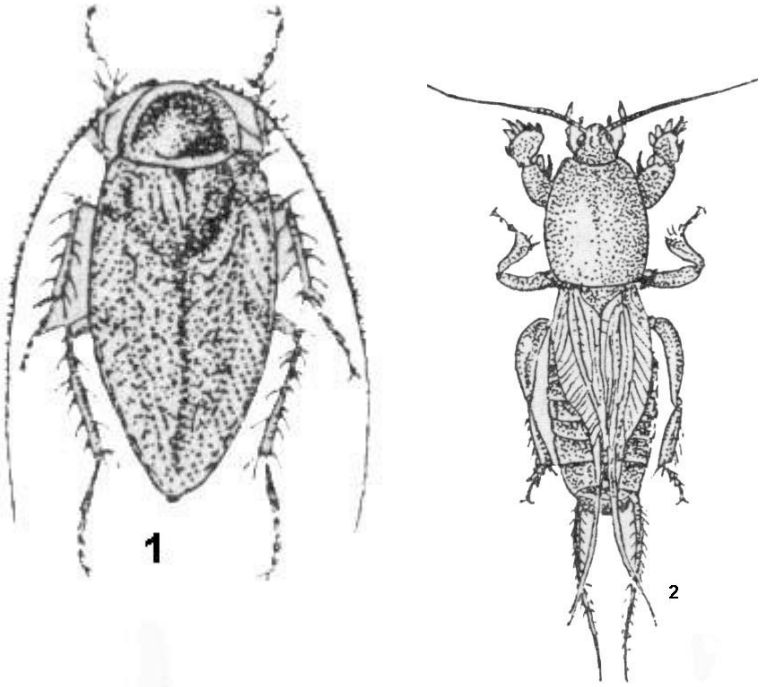


Рис.6. 1 - Тараканообразные: Лапландский таракан; 2 - Длинноусые прямокрылые: обыкновенная медведка.

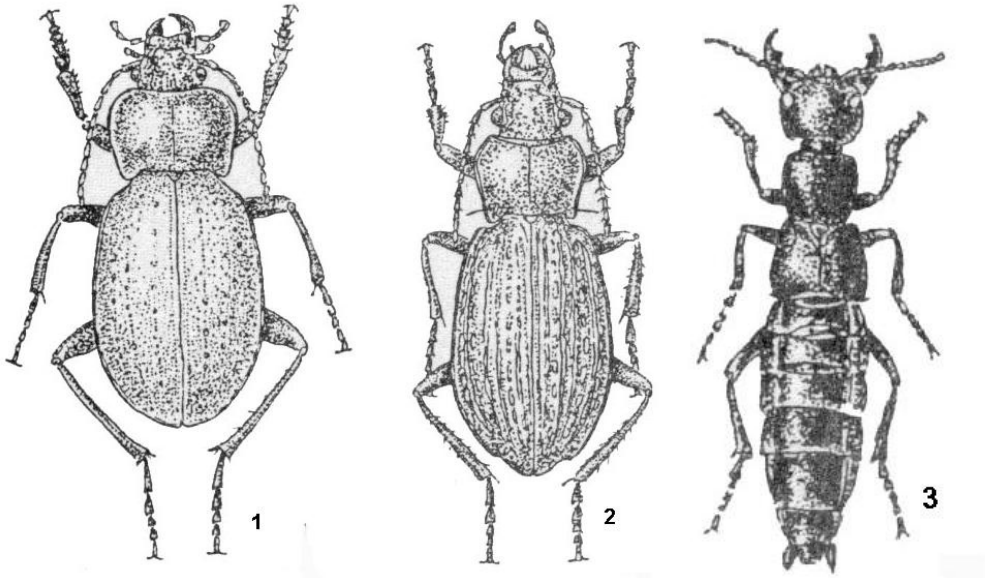


Рис.7. Наиболее обычные виды наземных жесткокрылых: 1 – жужелица лесная, 2 – жужелица зернистая, 3 – филонт.

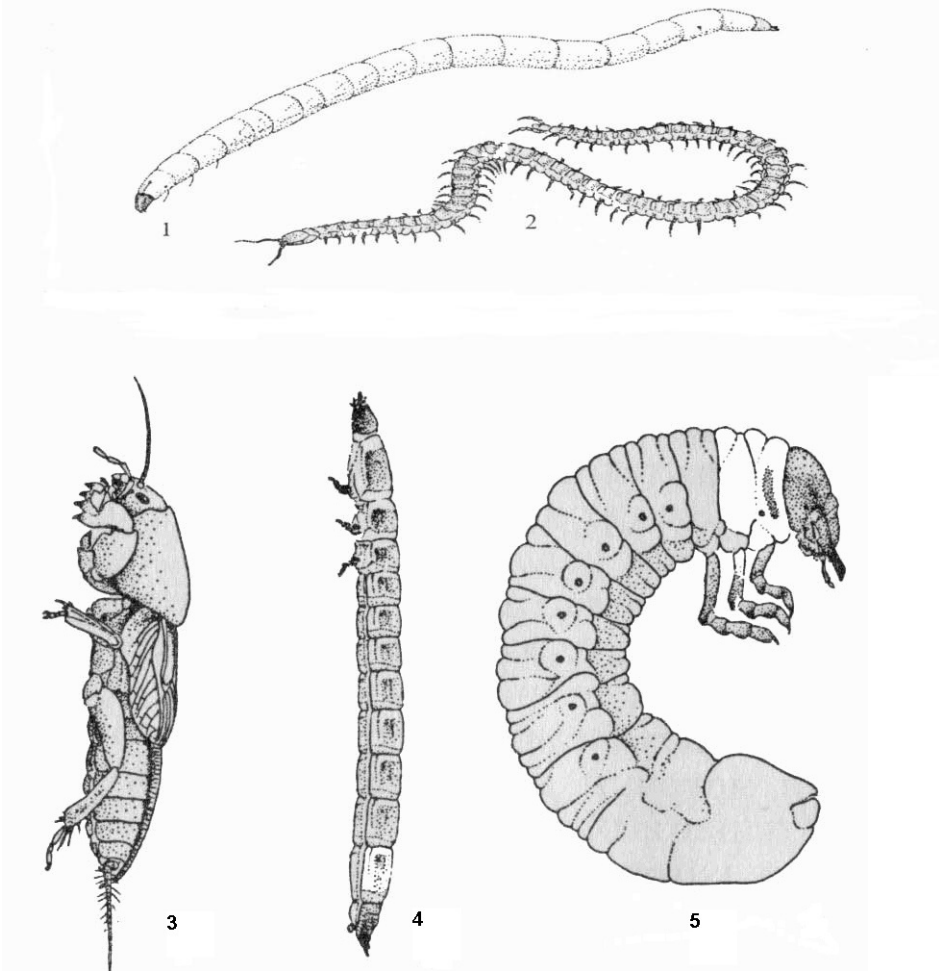


Рис.8. Почвенные насекомые: 1 – личинка лжектыря, 2 – хищная многоножка – геофил, 3 - медведка, 4 – личинка щелкуна, 5 – личинка майского жука.

Водные организмы-индикаторы

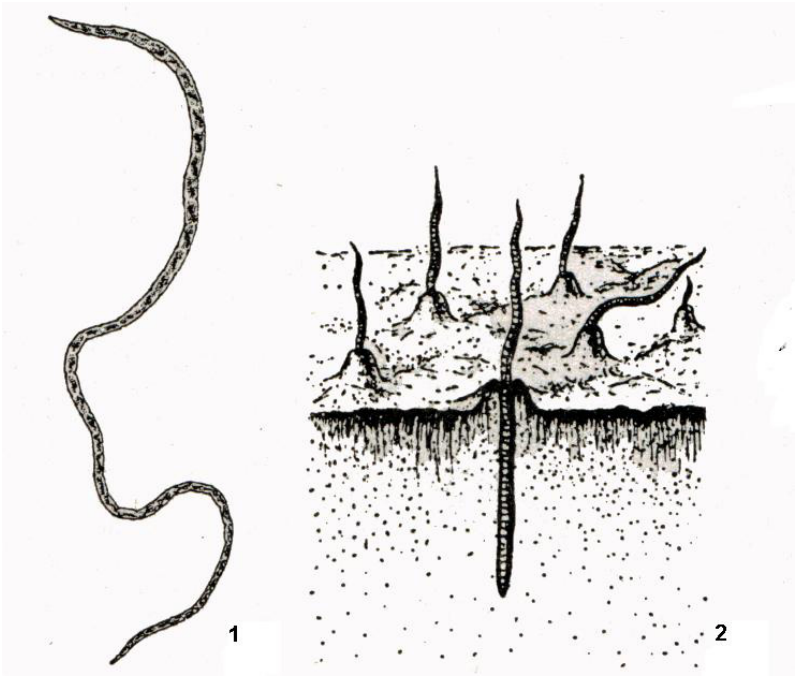


Рис.1. Внешний вид некоторых кольчатых червей: 1 – трубочник, 2 – колония трубочников на дне.

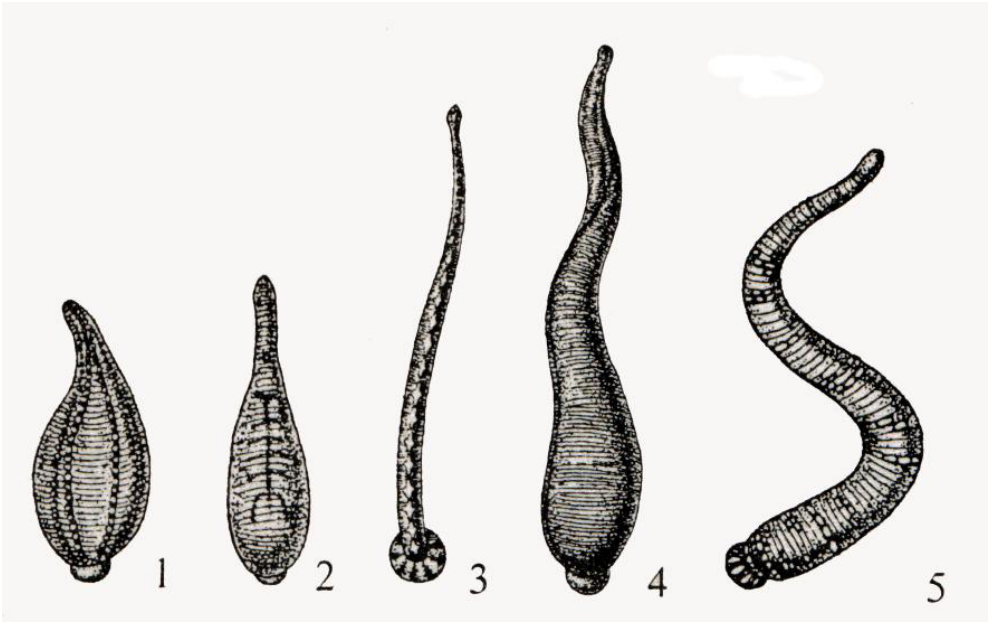


Рис.2. Наиболее обычные виды пиявок: 1 – улитковая пиявка, 2 – двуглазая пиявка, 3 – рыбья пиявка, 4 – большая ложноконская пиявка, 5 – малая ложноконская пиявка.

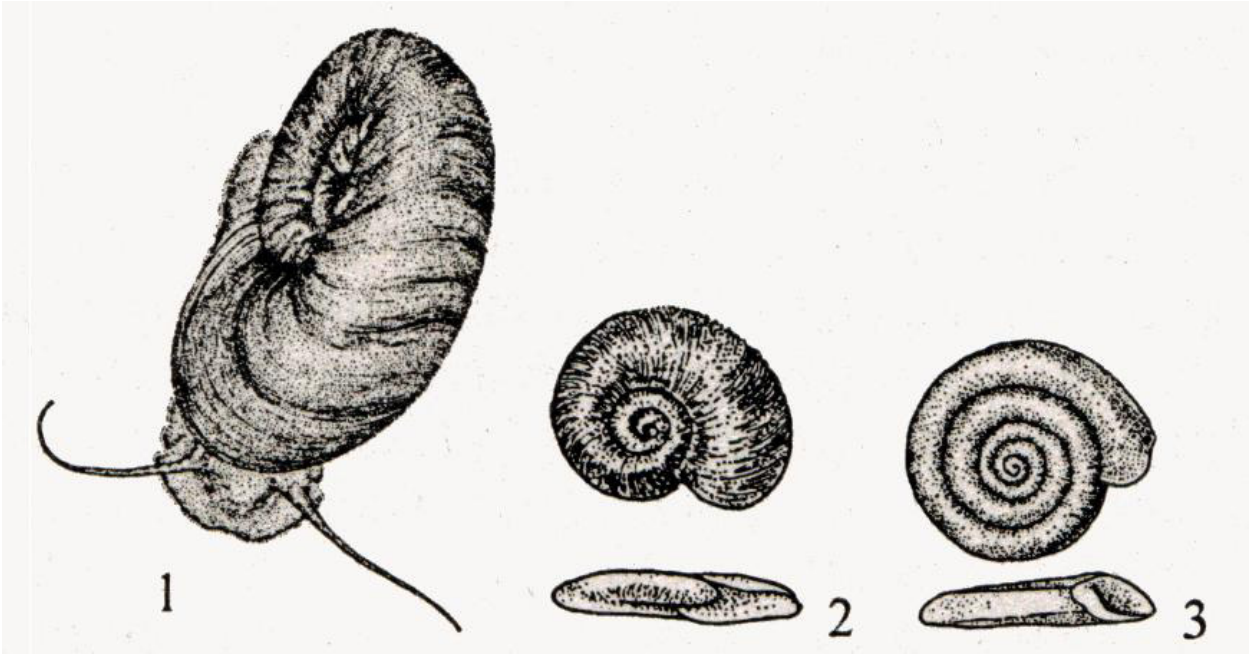


Рис.3. Представители семейства катушек: 1 – роговая катушка, 2 – сплюснутая катушка, 3 – выпуклая катушка.

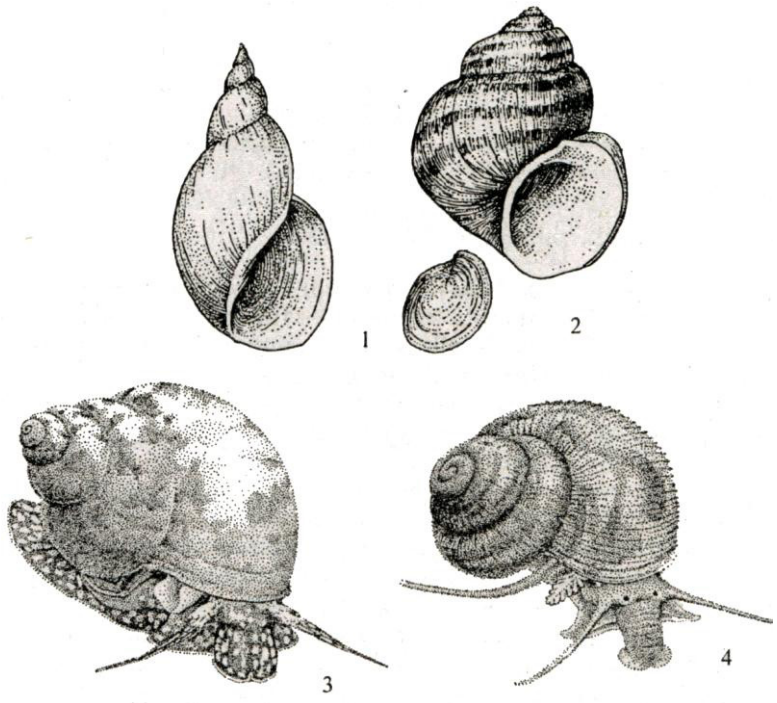


Рис.4. Некоторые представители брюхоногих моллюсков: 1 – турбоспиральная правозакрученная раковина, 2 – болотная живородка, 3 – щупальцевая битиния, 4 – затворка.

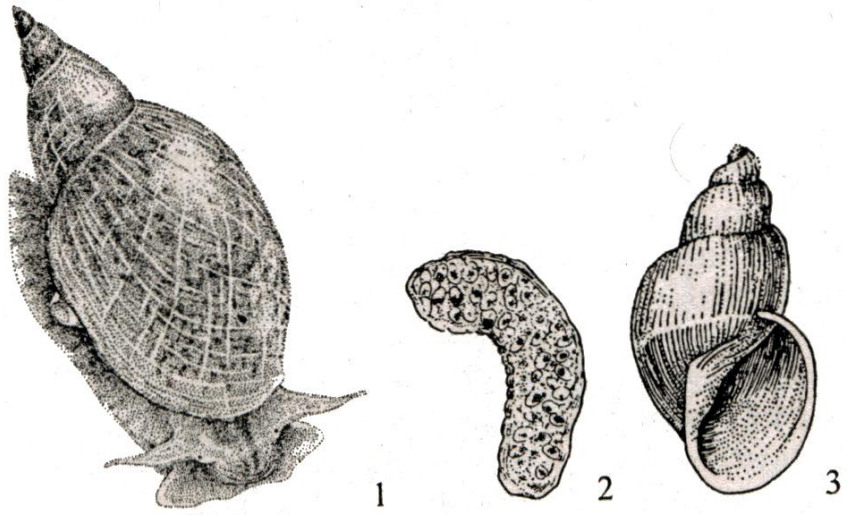


Рис.5. Прудовики: 1 – обыкновенный прудовик, 2 – кладка яиц обыкновенного прудовика, 3 – малый прудовик.

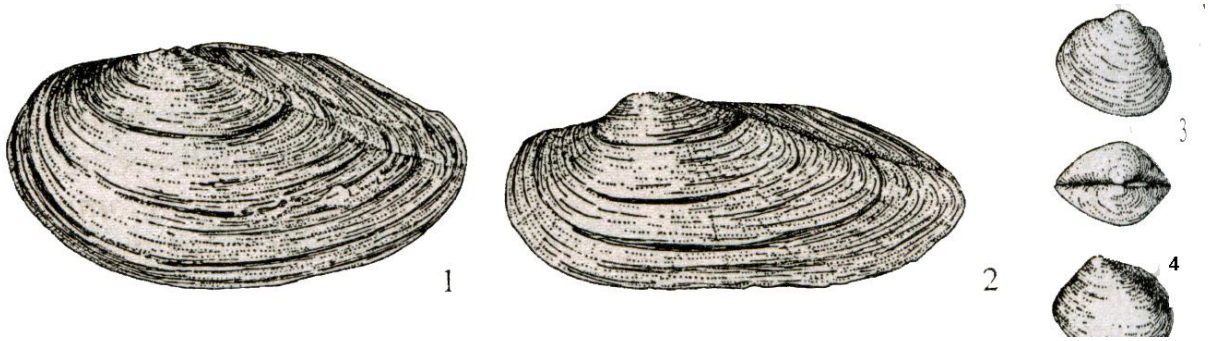


Рис.6. Некоторые пресноводные двустворчатые моллюски: 1 – беззубка, 2 – перловица, 3 – речная шаровка, 4 – горошина.

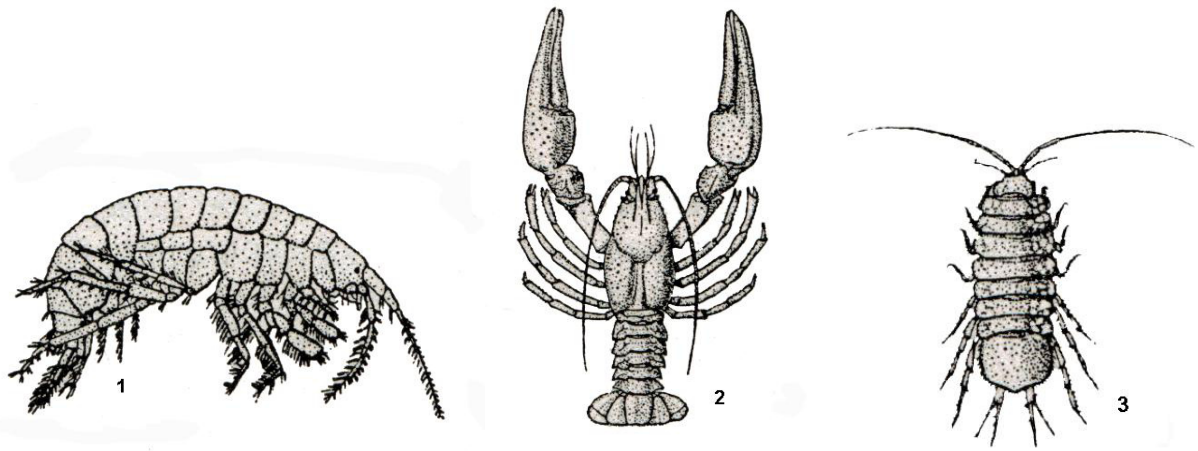


Рис.7. Высшие раки: 1 – бокоплав-блоха, 2 – речной рак, 3 – водяной ослик.

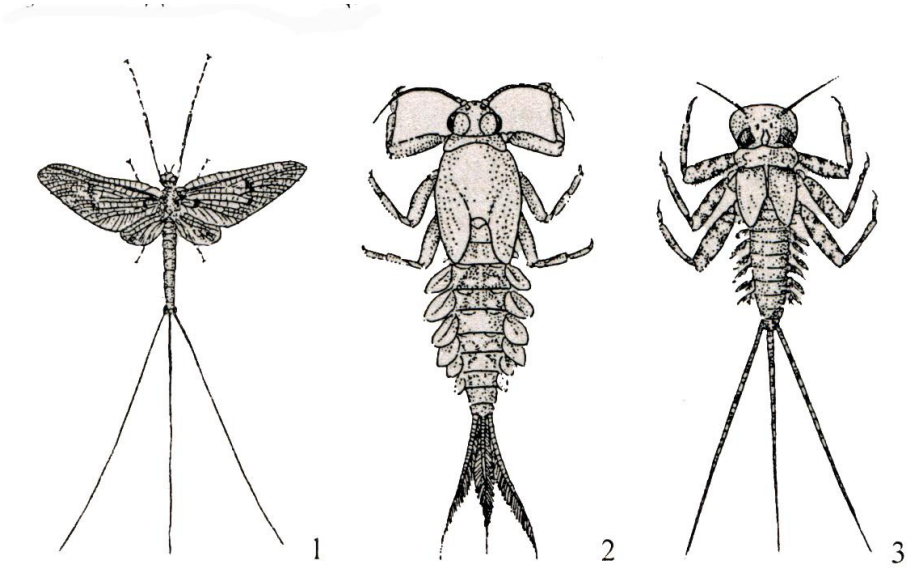


Рис.8. Поденки: 1 – внешний вид типичной поденки, 2 – личинка двухвостой поденки, 3 – личинка поденки-семидневки.

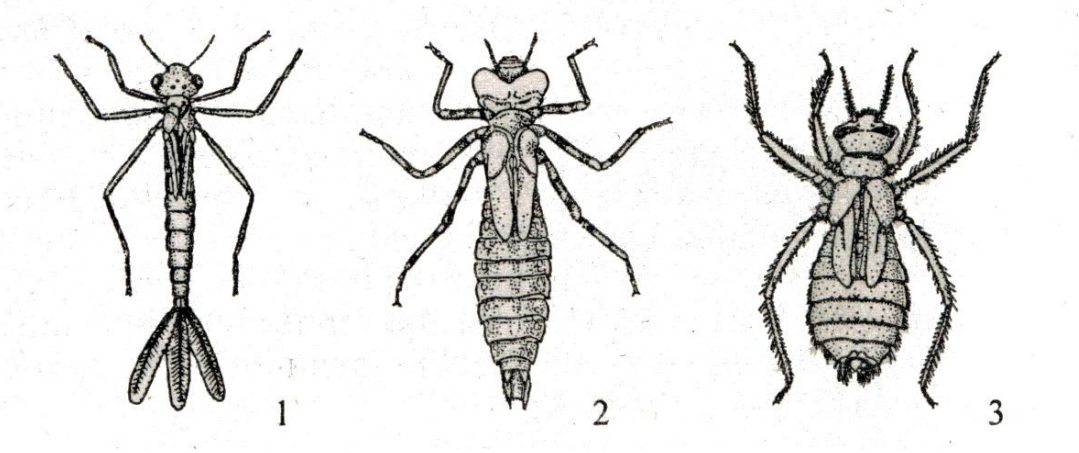


Рис.9. Биологические типы личинок стрекоз: 1 – личинки типа лютки, обитатели перифитона; 2 – личинки типа коромысло, донные хищники; 3 – личинка бабки, донный собиратель.

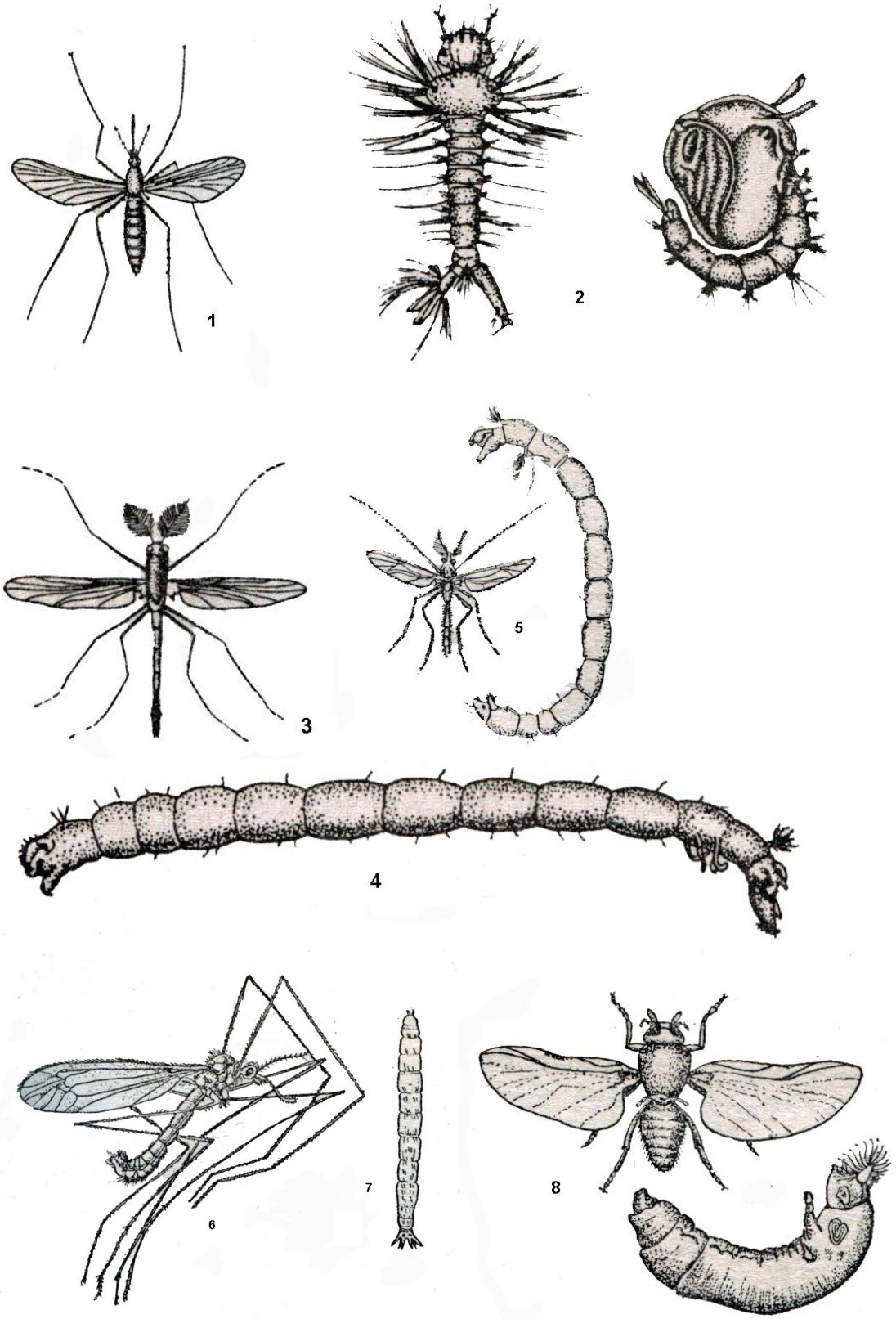


Рис.10. Представители двукрылых: 1 – настоящий комар, 2 – личинка и куколка настоящего комара, 3 – комар-звонец, 4 – личинка комара звонца, 5 – комар-дергун и его личинка «мотыль», 6 – комар-долгоножка, 7 – дыхательные отверстия комара-долгоножки, 8 – личинка комара-долгоножки, 9 - мошка и ее личинка.

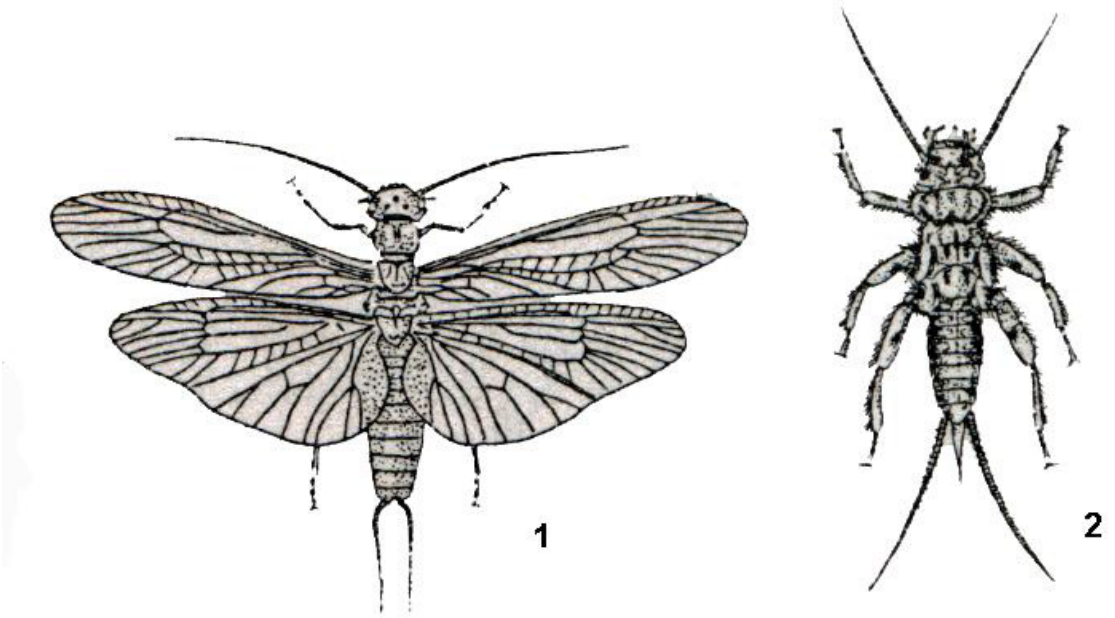


Рис.11. Веснянки: 1 – обыкновенная веснянка, 2 – личинка обыкновенной веснянки.

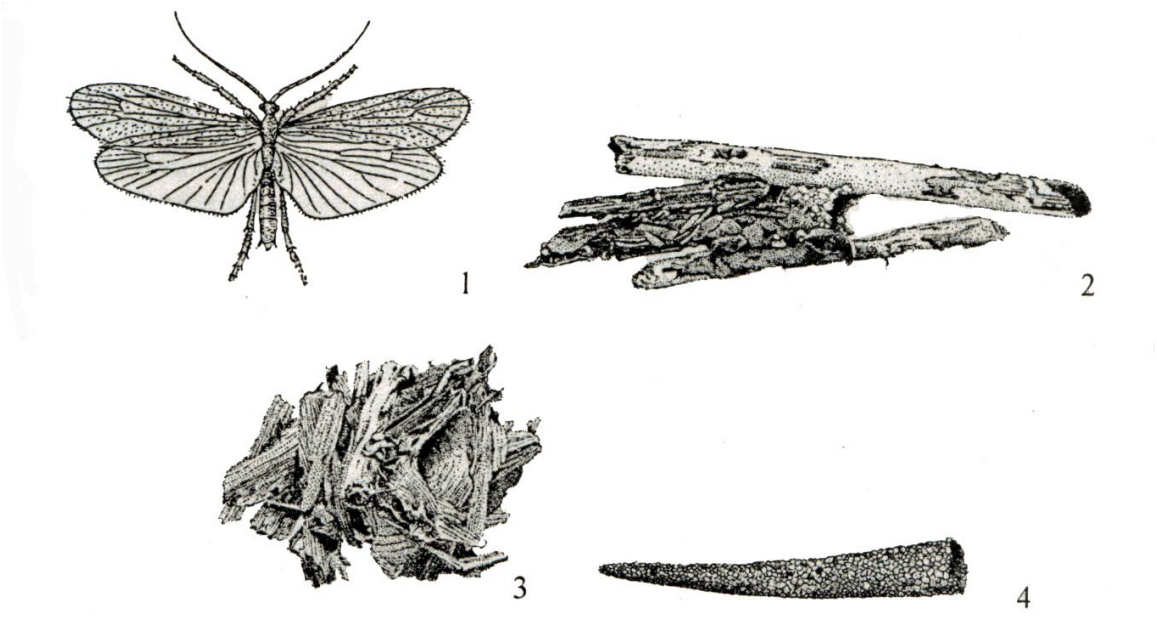


Рис.12. Ручейники: 1 – внешний вид ручейника, 2 – домик анаболии, 3 – домик лимнофила, 4 – домик тонкоуса.

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

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

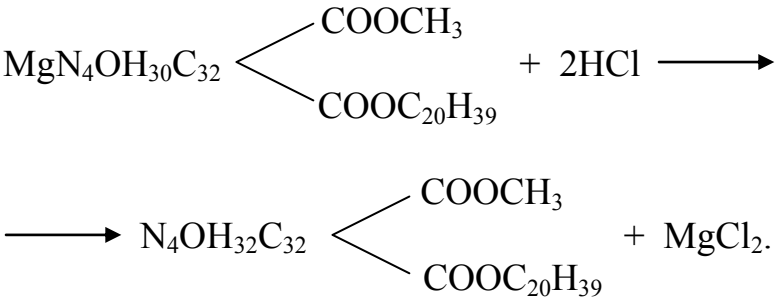
Щелочная соль хлорофиллина, как и хлорофилл, имеет зеленную окраску. В данной работе образование щелочной соли хлорофиллина обнаруживают по признаку лучшей растворимости ее в спирте, чем в бензине: после омыления хлорофилла, находящегося в бензиновом слое вытяжки, соль хлорофиллина, перейдет в спиртовой 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.

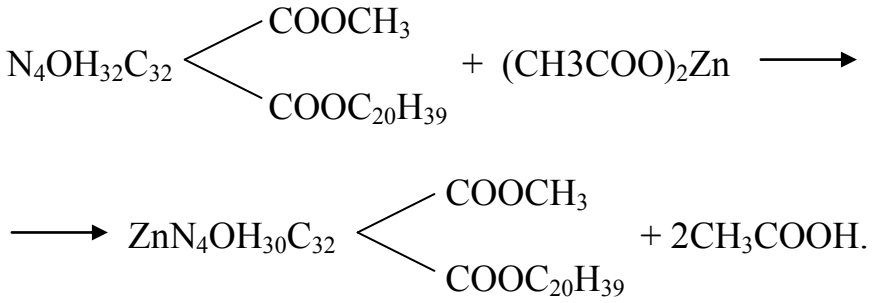
Опыт № 2. Получение феофитина и металлозамещенного хлорофилла

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.

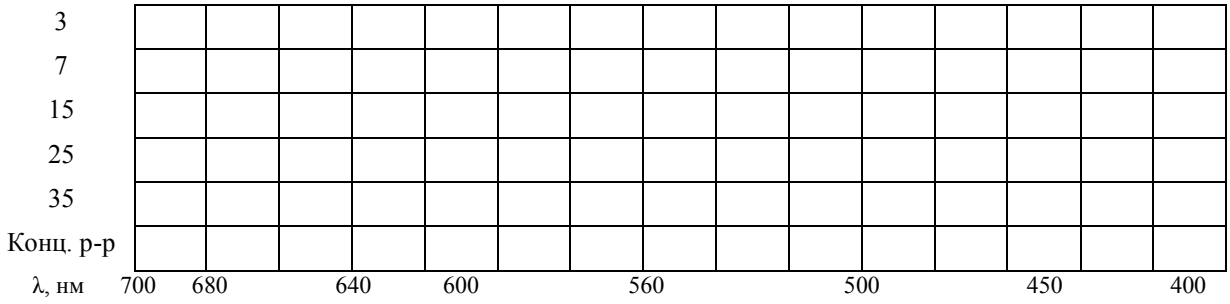
Опыт №3. Получение спектрограммы хлорофилла. Для этой работы заранее готовят очень концентрированный раствор пигментов. Его получают из сухих растертых листьев (лучше крапивы). Растертые листья заливают небольшим количеством этилового спирта. Через 10-15 часов концентрированный раствор пигментов фильтруют 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?

**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

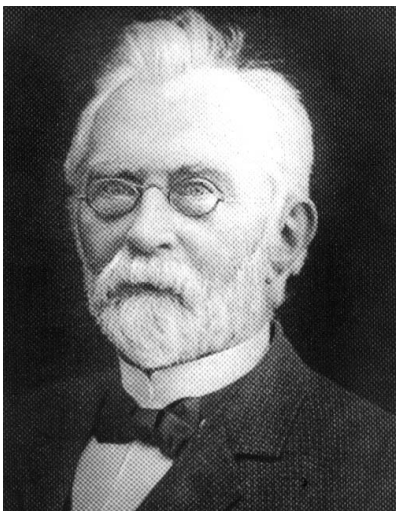
Вопросы для контроля усвоения материала главы 1
??

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).

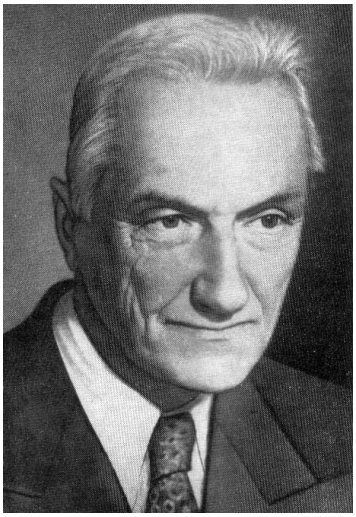
В соответствии с таким определением растительной ассоциации под фитоценозом понимался однородный контур растительности, в котором виды сходно относятся к условиями среды и связаны взаимными отношениями. При этом считалось, что фитоценозы четко отграничены друг от друга (как особи растений).

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.

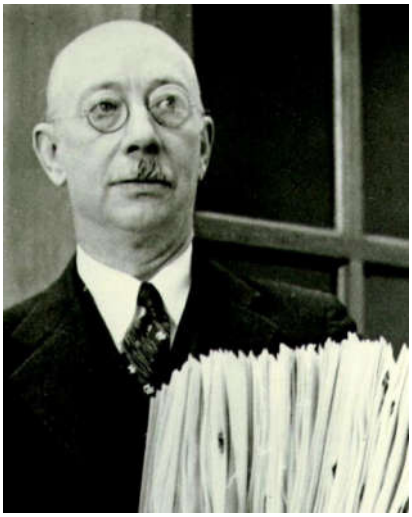
В фитоценологии получили развитие два подхода к классификации растительности (см. раздел??). Первый подход – классификация по доминантам, второй – на основе флористических критериев (подход Ж. Браун-Бланке). Р. Уиттекер (Whittaker, 1962), который писал об «экологии экологов» назвал эти подходы северной 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.

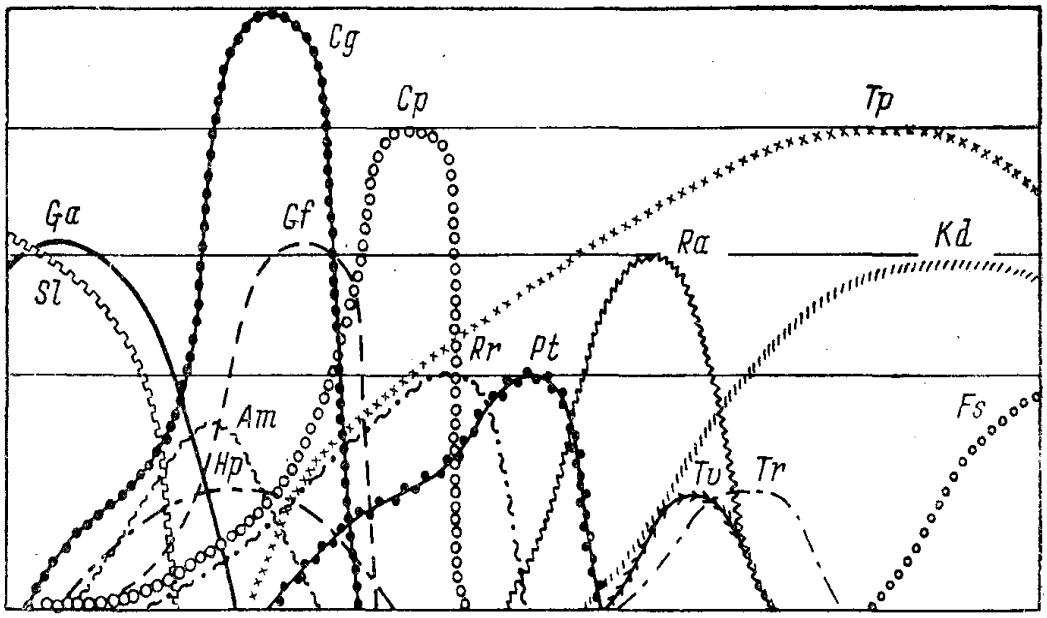


Рис. 1. Изменение состава луговой растительности вдоль градиента увлажнения (по: Раменский, 1924)
Fs – ***Festuca sulcata*****, Kd –** ***Koeleria delavignei*****, Tp –** ***Trifolium pratense*****, Tr –** ***T. repens*****, To –** ***Taraxacum officinale*****, Ra –** ***Ranunculus acris*****, Pt –** ***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.

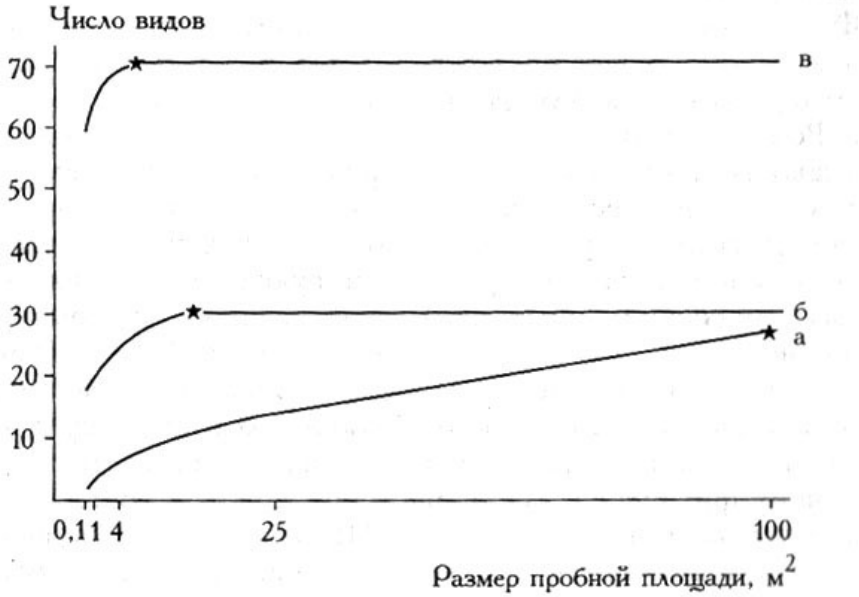


Рис. 2. Кривые «число видов/площадь» для фитоценозов пустыни (а), пустынной степи (б) и луговой степи (в); * соответствует минимальному ареалу.

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.

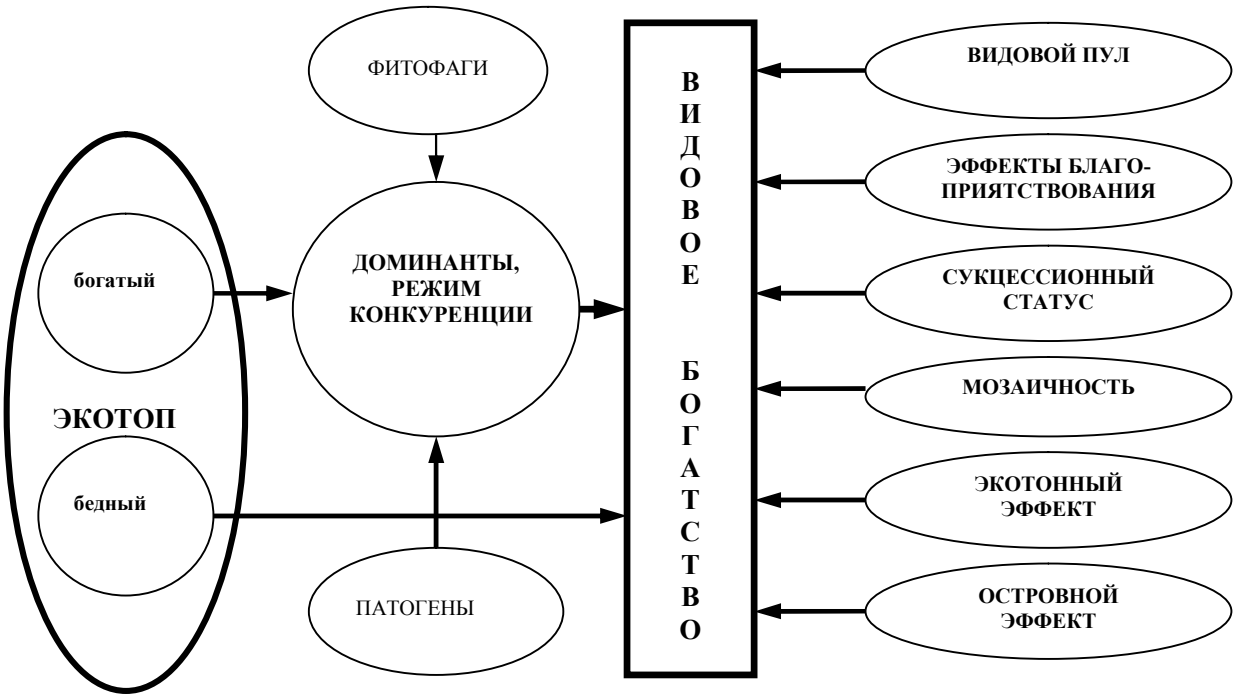


Рис. 3. Основные факторы, которые могут влиять на видовое богатство растительных сообществ

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).

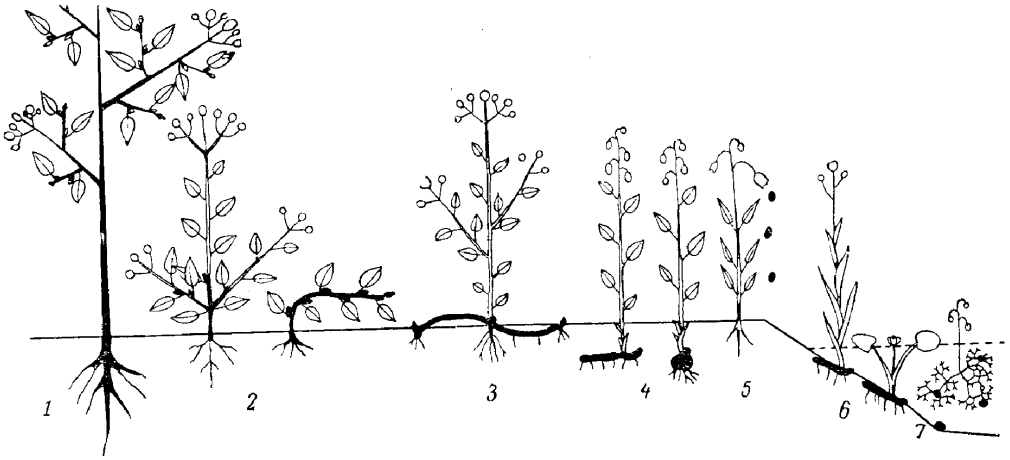


Рис. 4. Жизненные формы растений по К. Раункиеру
1 – фанерофит; 2 – хамефиты; 3 – гемикриптофит; 4 – геофиты;
5 – терофит; 6,7 – гидрофиты (черным выделены зимующие части)

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 ??).

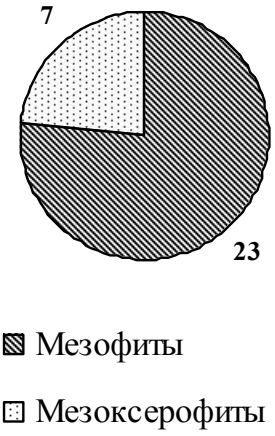


Рис. ??. Спектр экологического состава фитоценоза остепненного луга

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).

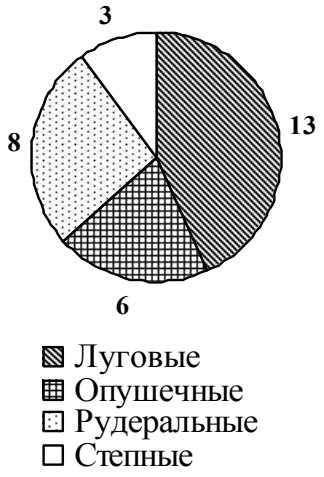


Рис. ?? Спектр фитосоциологического **состава лугового фитоценоза**

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.

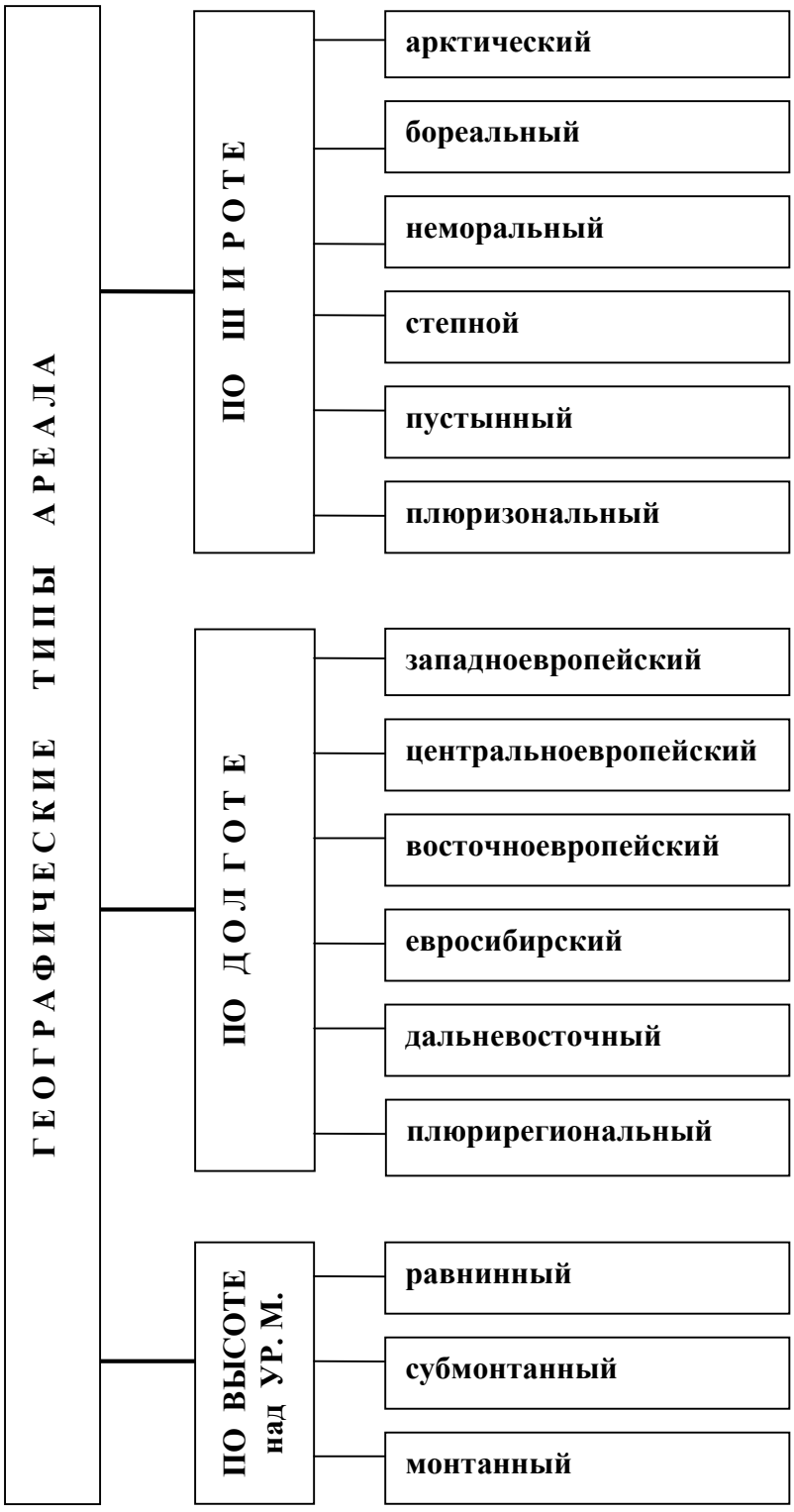


Рис. ??. Географические типы ареала

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. ??).

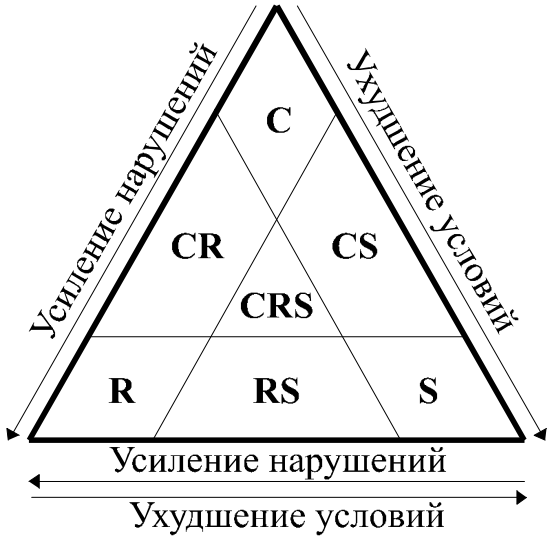


Рис. ??. Система типов эколого-фитоценотических стратегий растений по Л.Г. Раменскому – Дж.Ф. Грайму

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.

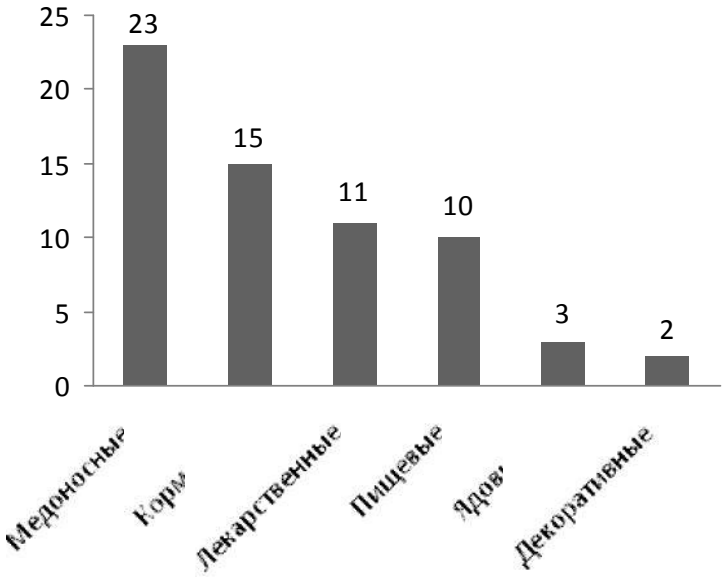


Рис. ??. Представленность ресурсных групп видов в составе фитоценоза остепненного луга

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.

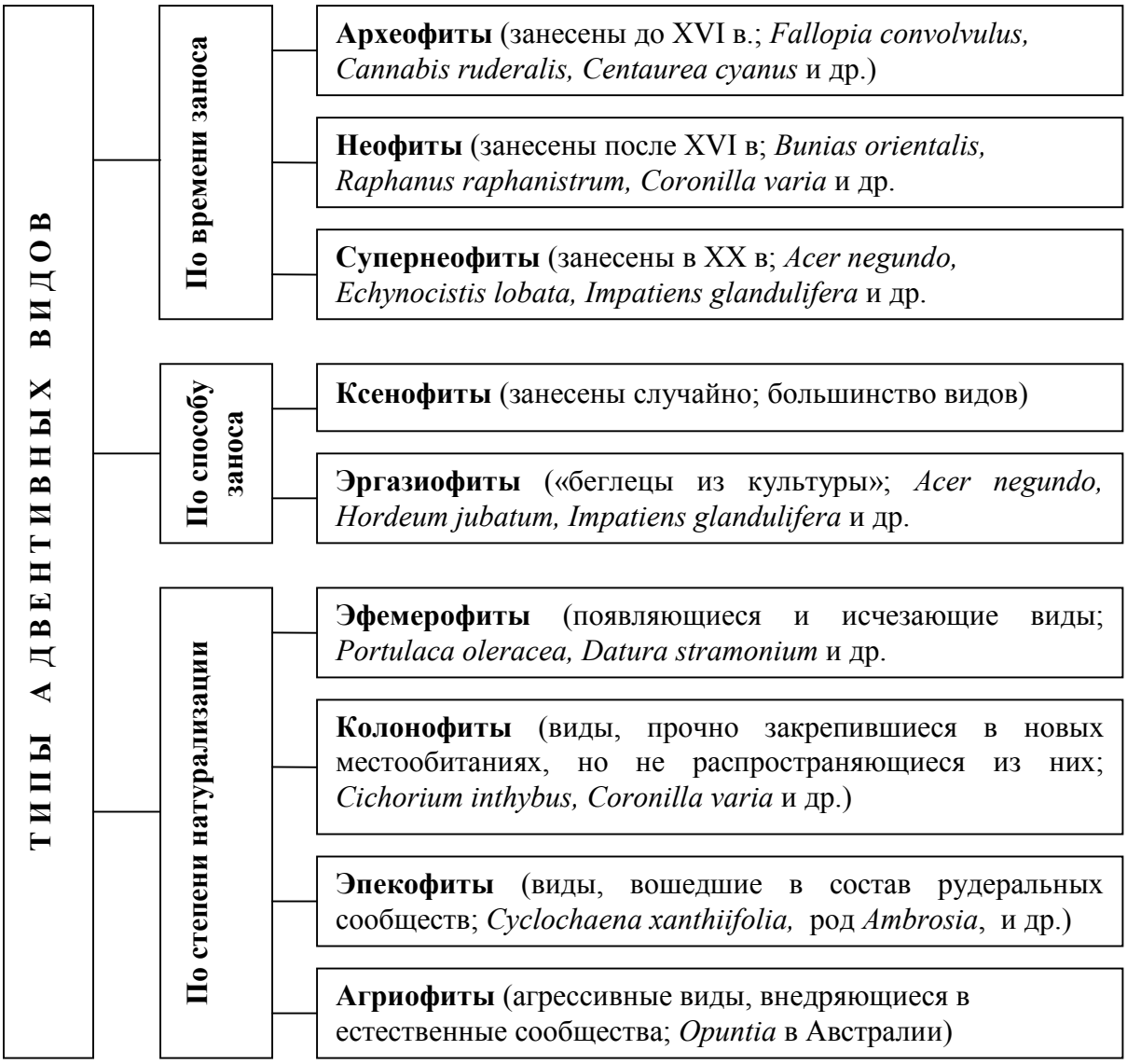


Рис. ??. Классификация адвентивных видов

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. ??).

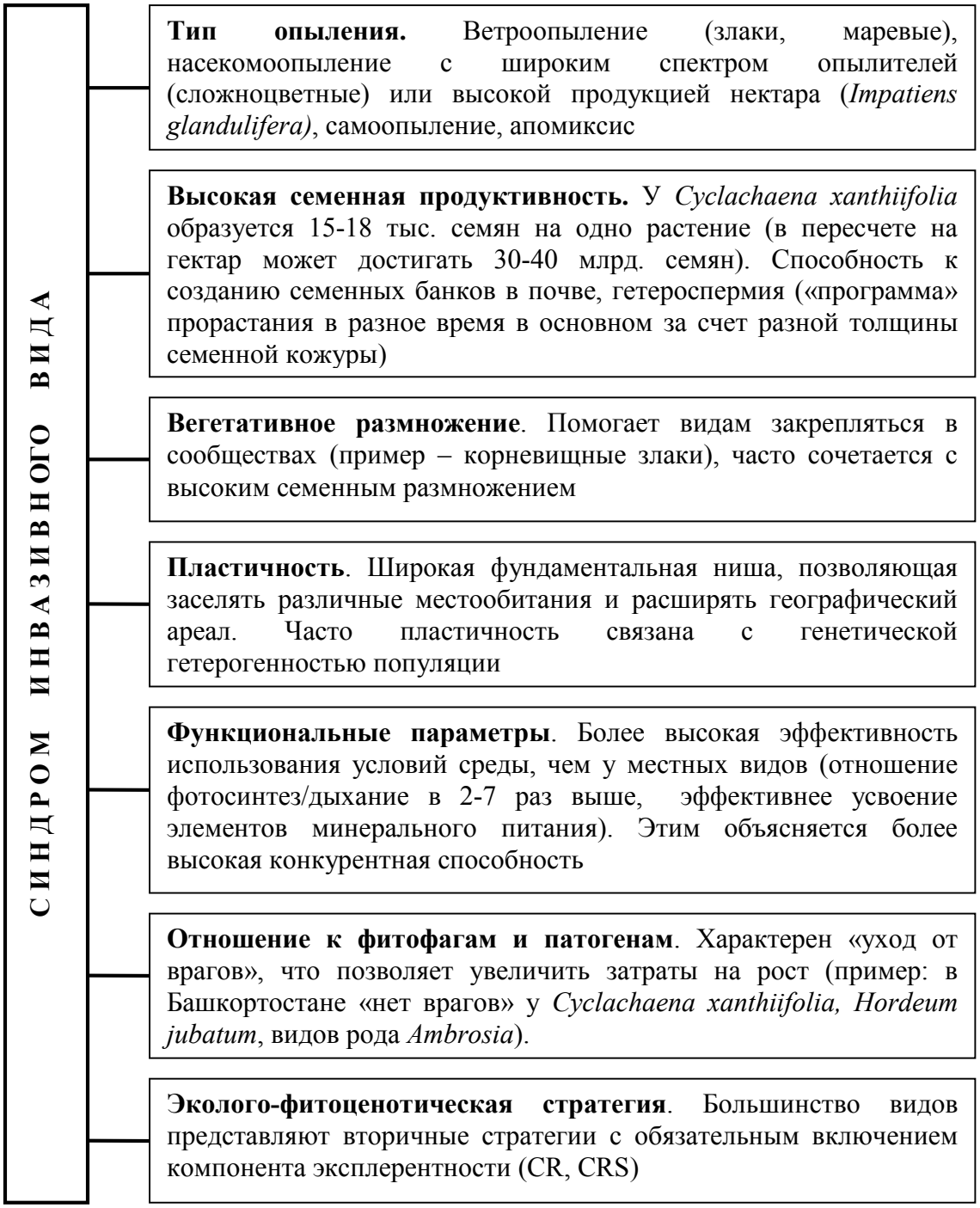


Рис. ?? Характеристика синдрома инвазивного вида

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. ??).

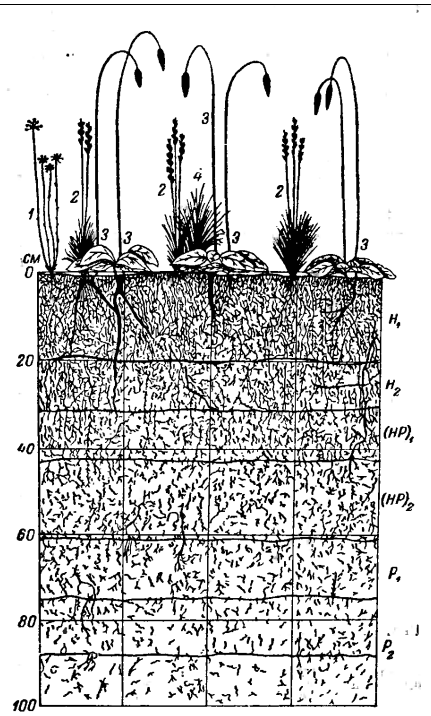


Рис. 6. Участок растительного сообщества с полностью изображенной надземной и подземной частями. Ассоциация Salvia nutans+Stipa lessingiana++Festuca sulcata+разнотравье на южном варианте типичного среднегумусового (обыкновенного) чернозема (Сталинская область). (По Шалыту, 1950).

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. ??).

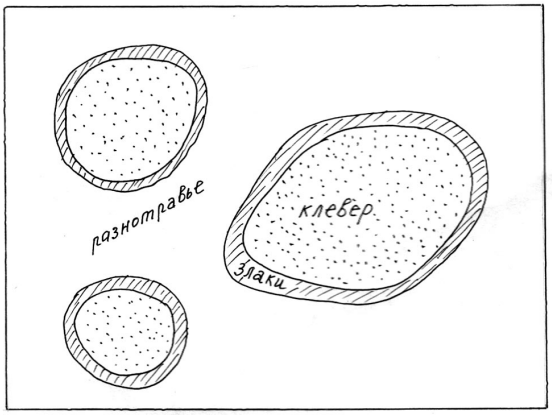


Рис. ??. Пример фитоэнвайронментальной мозаики фитоценоза, формирующейся под влиянием *Trifolium montanum*

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.

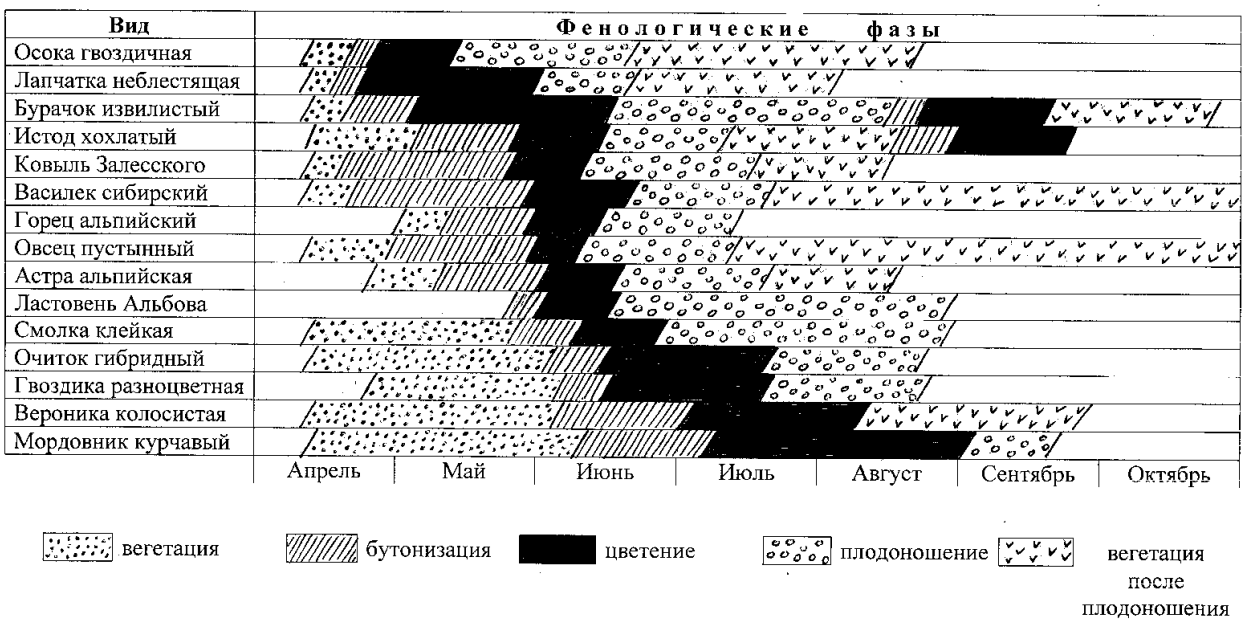


Рис. ??. Фенологический спектр степного растительного сообщества (Башкирский государственный заповедник, список видов сокращен).

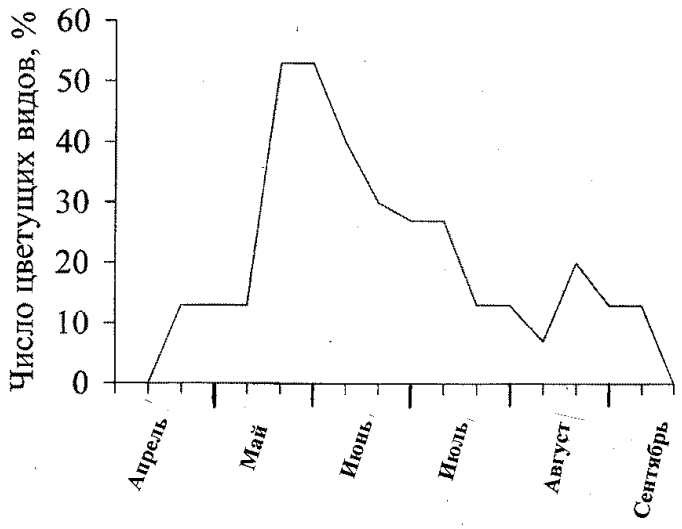


Рис. ??. Кривая цветения степного растительного сообщества (Башкирский государственный заповедник)

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

TTTTTTTTTTT

ГЛАВА 8. ФИТОЦЕНОЗ КАК ЧАСТЬ ЭКОСИСТЕМЫ

TTTTTTTTTTT

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

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,

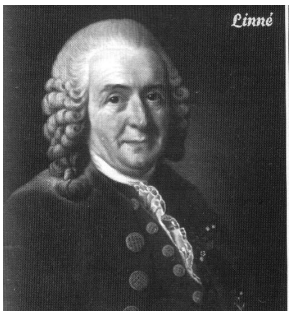
ПРЕДИСЛОВИЕ

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:

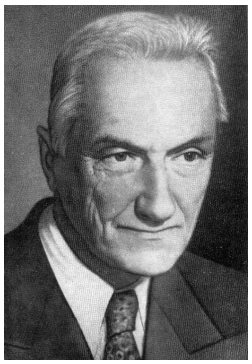
1) изучение разнообразия взаимных отношений видов растений в растительных сообществах;
2) изучение взаимных отношений растений и их консортов-гетеротрофов;
3) ознакомление с концепцией экологической ниши у растений;
4) освоение учения о стратегиях поведения растений.

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.

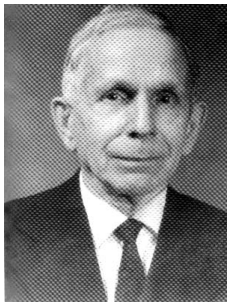
В XX в. вклад в синэкологию внесли следующие выдающиеся ученые.



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.

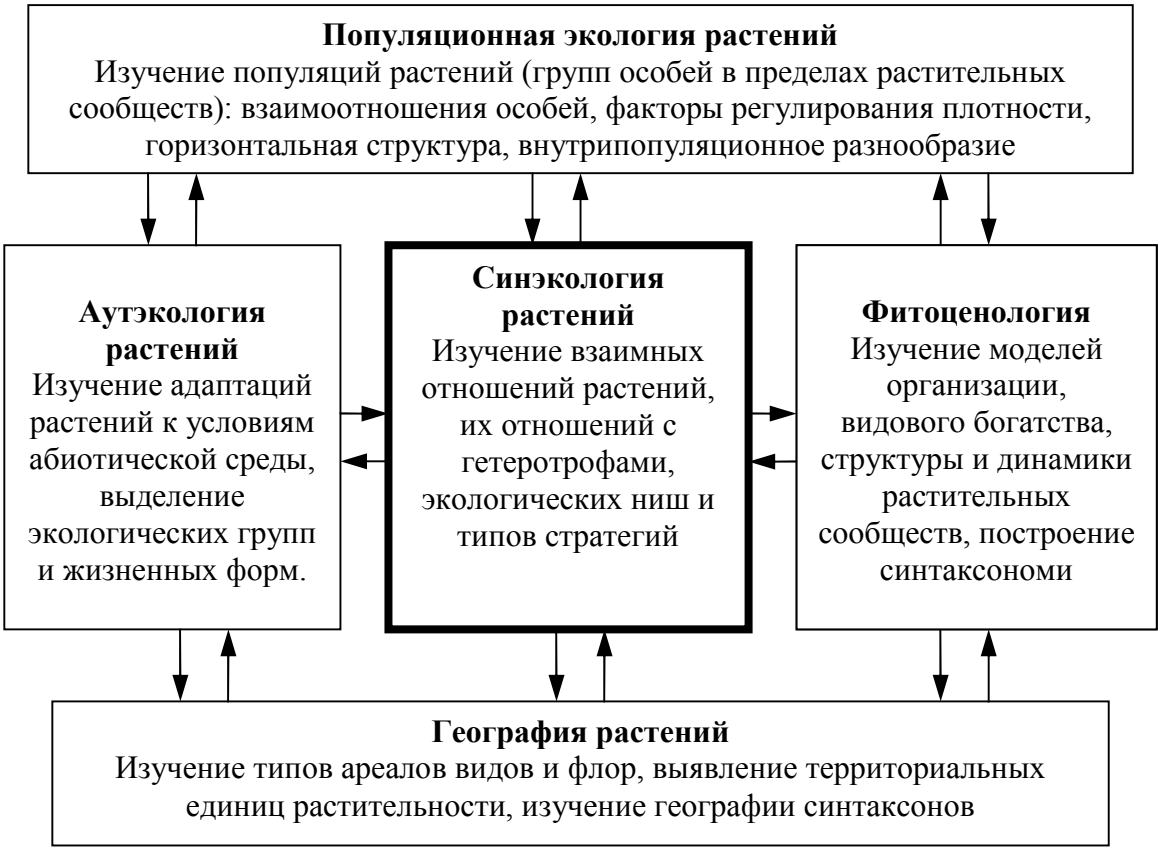


Рис. 1. Место синэкологии растений в составе междисциплинарного комплекса «Наука о растительности»

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

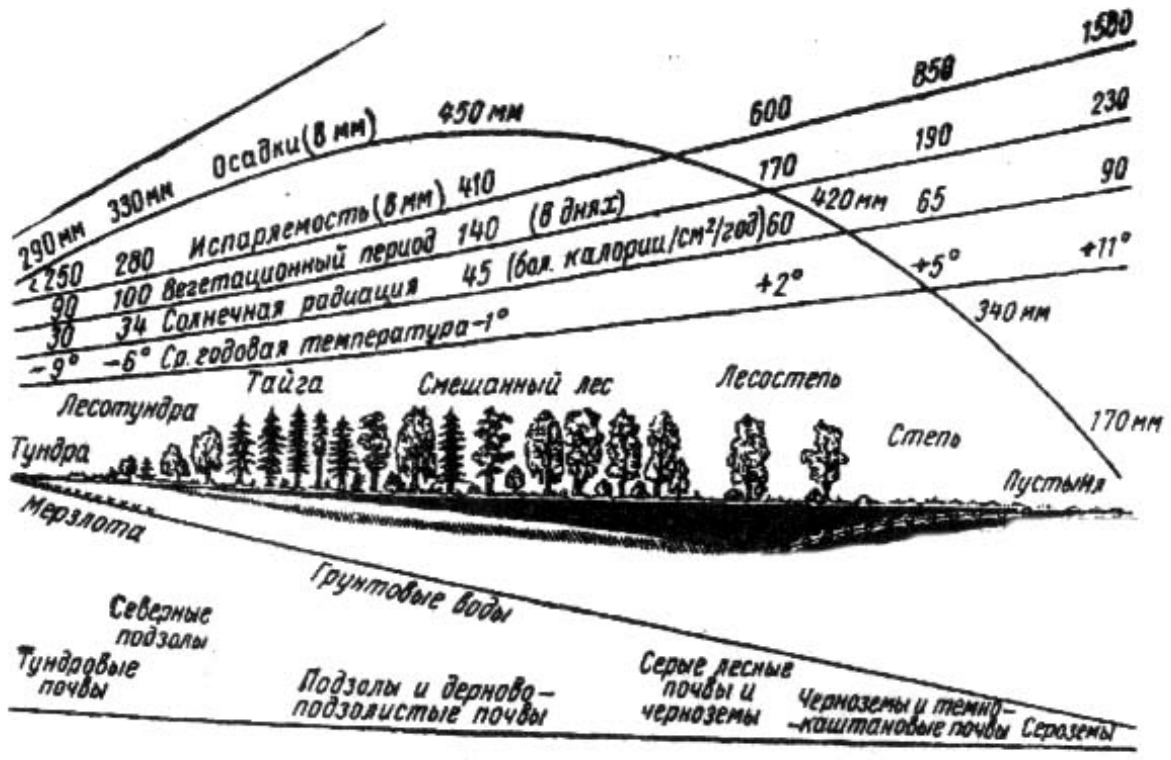


Рис. 2. Комплексный градиент широтной зональности в европейской части России

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).

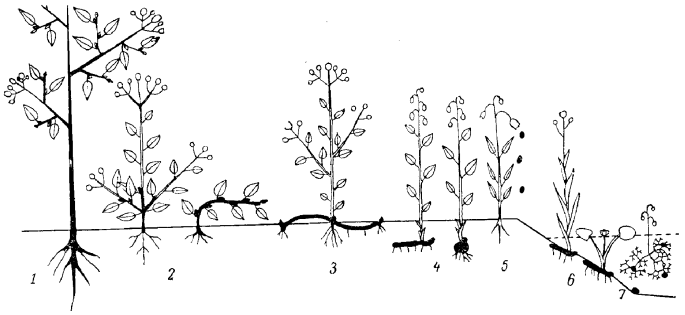


Рис. 4. Жизненные формы растений по К. Раункиеру
1 – фанерофит; 2 – хамефиты; 3 – гемикриптофит; 4 – геофиты;
5 – терофит; 6,7 – гидрофиты (черным выделены зимующие части)

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	**Эутрофы**	**Галофиты**	**Гелиофиты**
Развитая аэренхима, редукция механических и проводящих тканей, слабо развитая корневая система и др. Примеры: *Nuphar, Potamogeton, Lemna*	Крупные растения, листья крупные однолетние, и др. Примеры: *Dactylis glomerata, Festuca pratensis,*	Суккулентные или ксероморные черты, высокое осмотическое давление клеточного сока и др. Примеры: *Salicornia europaea, Salsola, Suaeda*	Некрупные листья компасной ориентации, световая структура ассимиляцион-ных тканей листа и др. Примеры: большинство луговых и степных трав
Ксерофиты	**Олиготрофы**	**Гликофиты**	**Сциофиты**
Сильно развиты корневая и водопроводя-щая системы, мощные покровные ткани с толстой кутикулой и опушением, суккулентность и др. Примеры: *Stipa, Haloxylon*	Мелкие многолетние листья, перед опадением которых минеральные элементы перекачиваются в живые части растений. Примеры: *Oxycoccus, Nardus, Sphagnum*	Мезоморфные черты, невысокое осмотическое давление клеточного сока, и др. Примеры: большинство травянистых растений, кустарников, деревьев.	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.

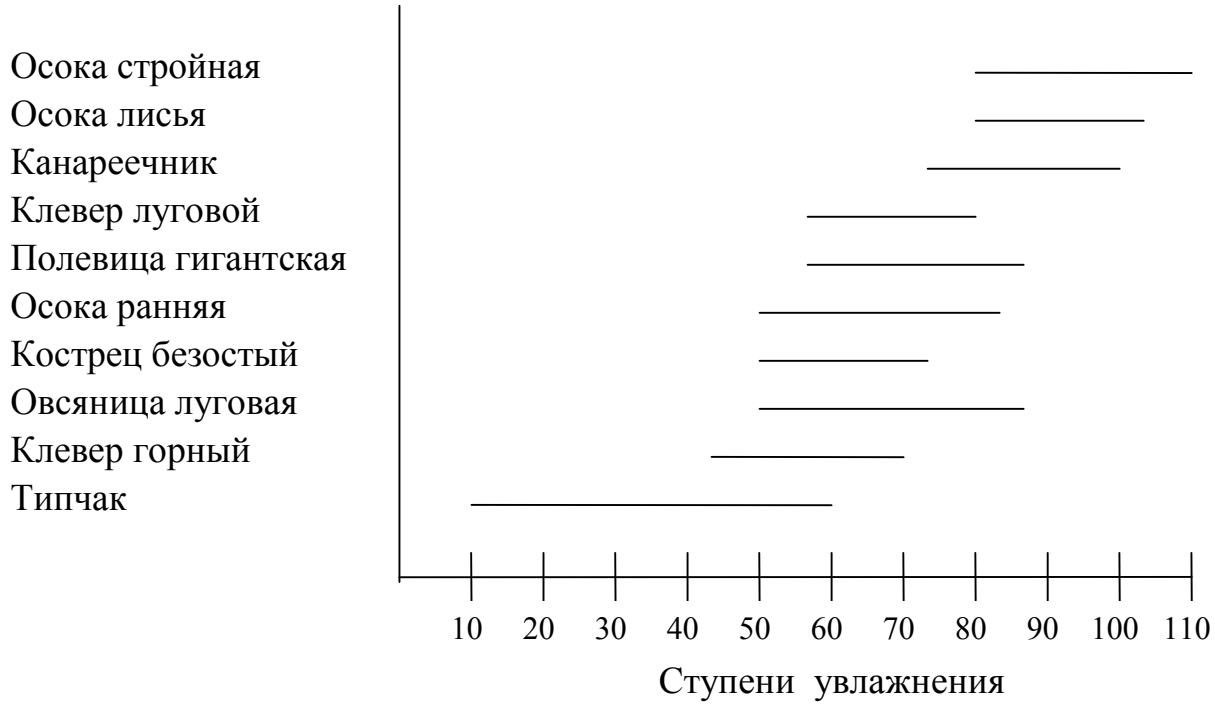


Рис. 6. Диапазон распределения десяти видов трав по градиенту увлажнения (при покрытии 8-2,5%)

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.

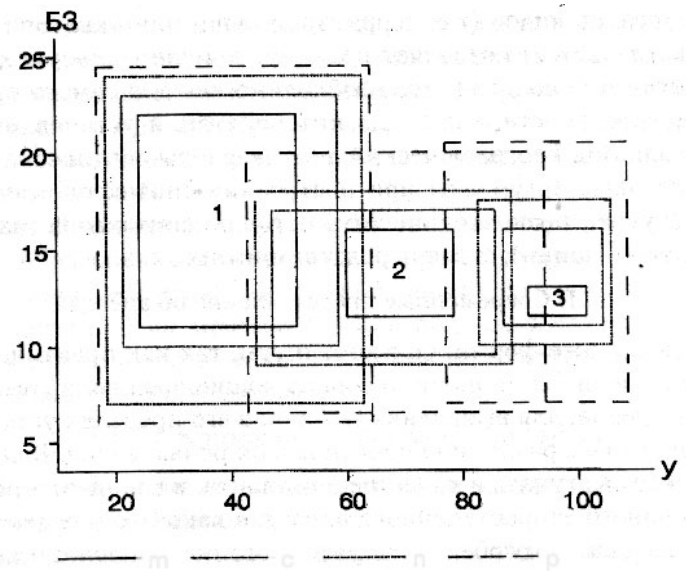


Рис. 7. Экологические ареалы трех видов по отношению к факторам увлажнения (У) и богатства почвы (БЗ): 1 – *Festuca valesiaca;* 2 – *Festuca pratensis;* 3 – *Carex vulpina*

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.

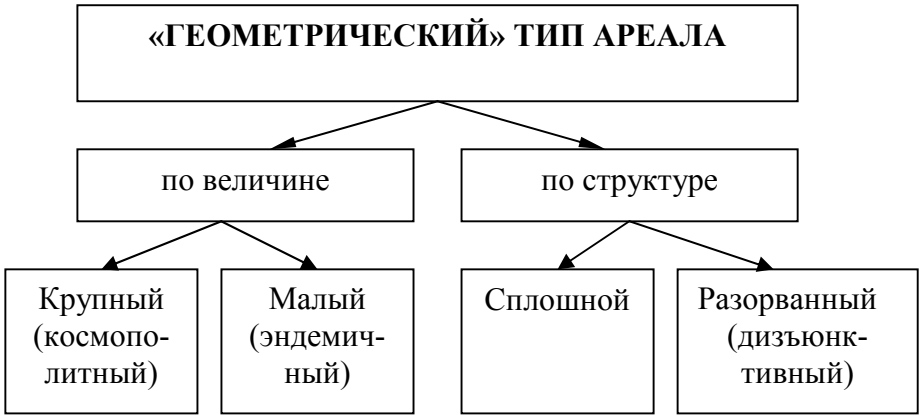


Рис. 8. «Геометрические» типы ареалов

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*).

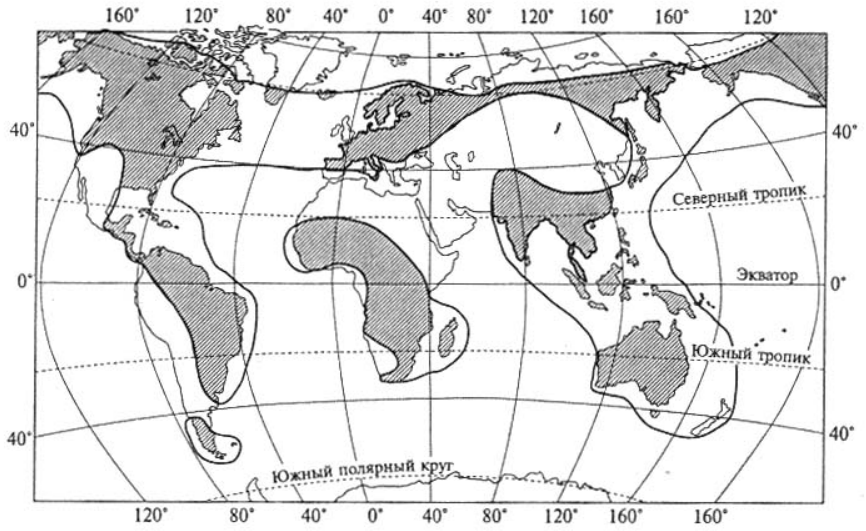


Рис. 9.
Космополитный ареал рода *Drosera*

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.

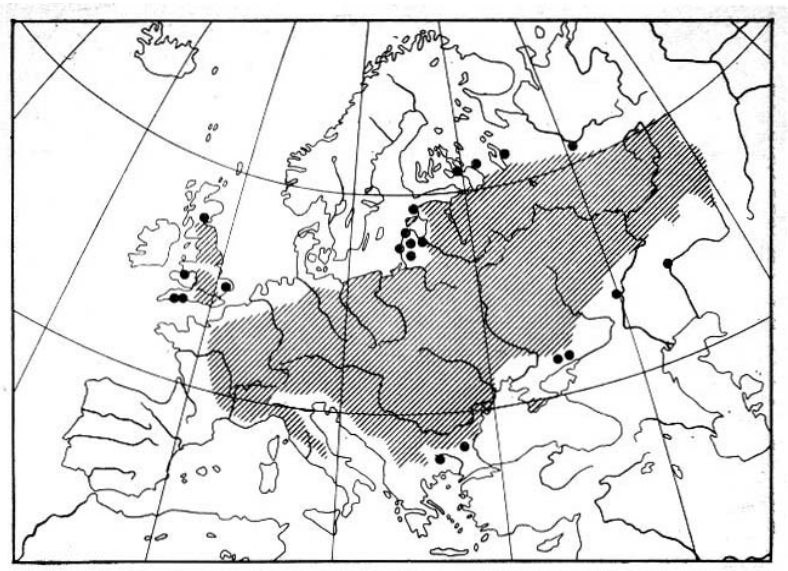


Рис. 10.
Ареал неморального вида
Asarum europaeum

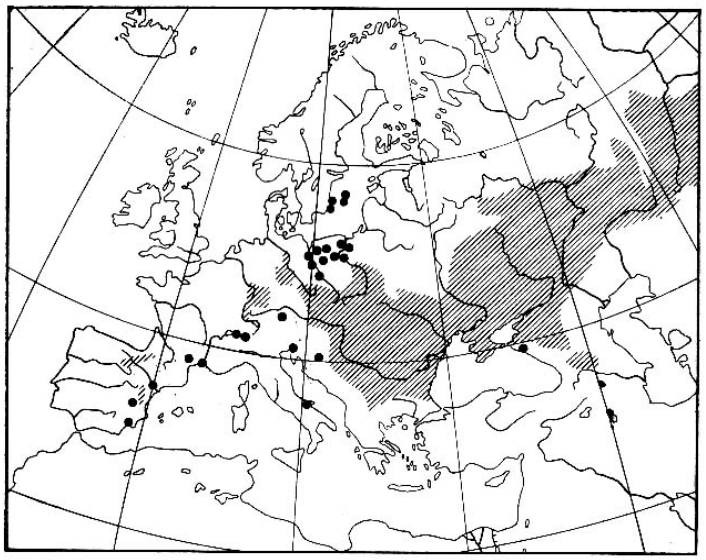


Рис. 11.
Ареал понтического (степного) вида
Adonis vernalis

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).

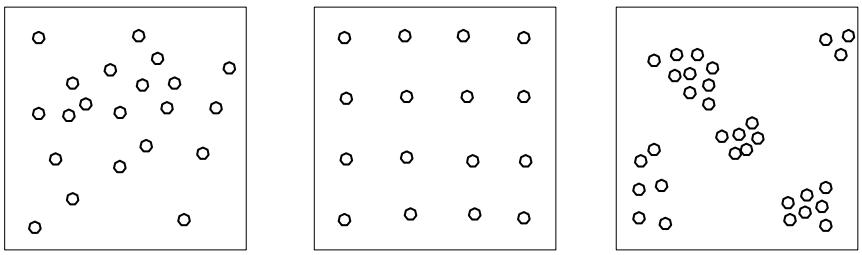


Рис. 13. Основные типы популяций по характеру распределения в пространстве: а – случайное, б – равномерное, в – контагиозное

Размер популяции является результатом взаимодействия ее биотического потенциала и сопротивления среды (рис. 14).

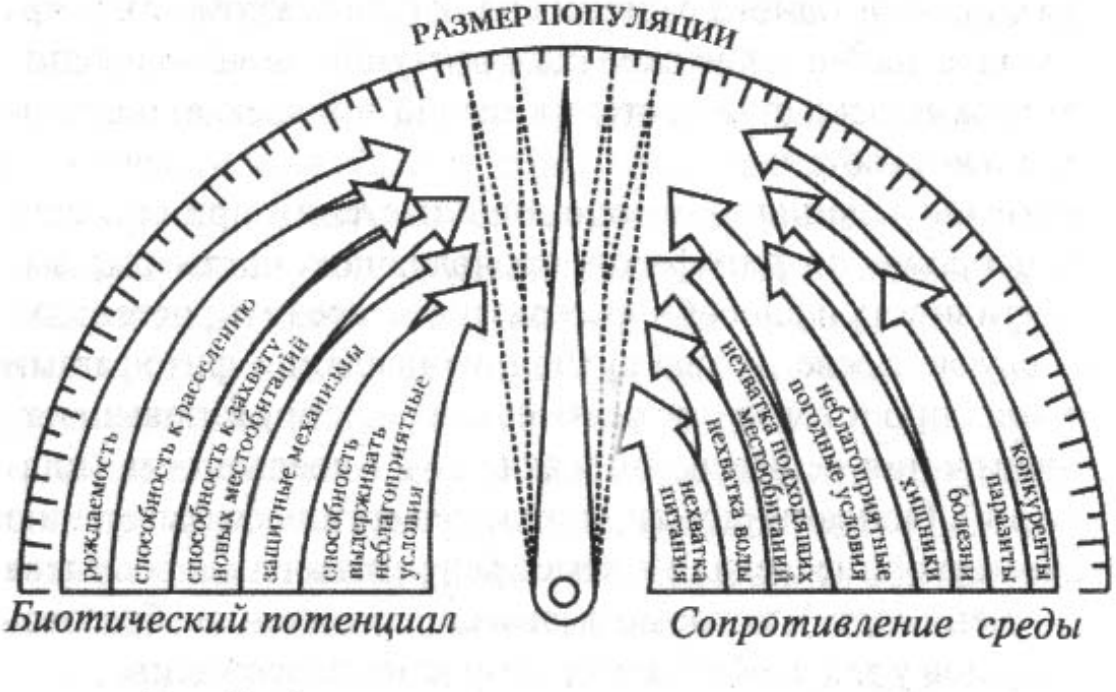


Рис. 14. Факторы, влияющие на размер популяции

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.);

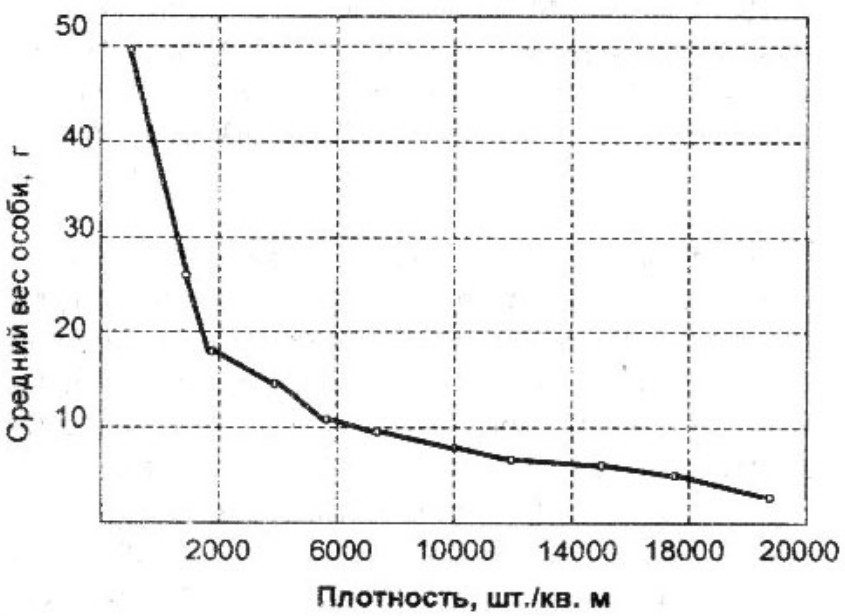


Рис. 15. Зависимость веса особей мари белой от плотности популяции

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).

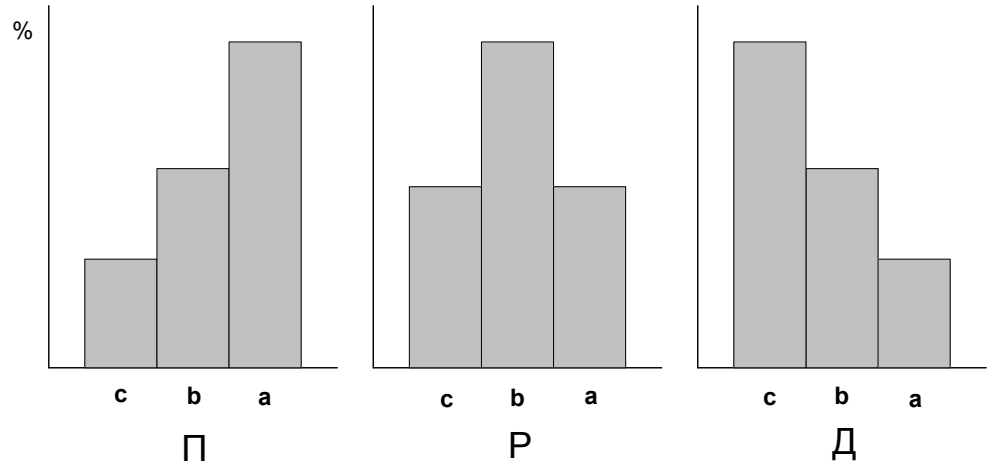


Рис. 16. Модельные спектры виталитетного состава популяций растений. П – процветающие, Р – равновесные, Д – депрессивные популяции; a – крупные особи, b – особи среднего размера, c – мелкие особи (по Ю.А. Злобину)

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*).

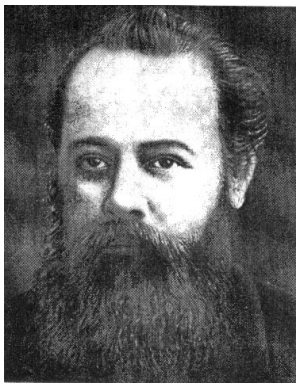
Пример асимметричной конкуренции – режим отношений в сообществах влажных лугов на бедных почвах. Сильный доминант этих лугов щучка дернистая (*Deschampsia caespitosa*) оказывает бóльшее влияние на единично представленные виды – лабазник вязолистный (*Filipendula ulmaria*), лютик ползучий (*Ranunculus 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).



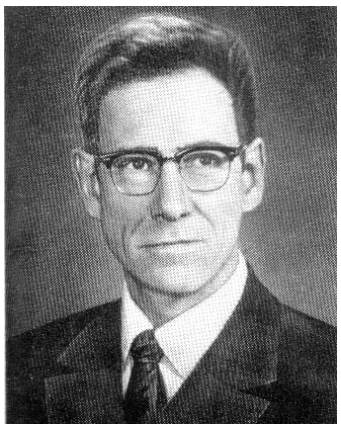
Г.Ф. Морозов подчеркивал, что сложная «социологическая» жизнь леса протекает на фоне влияния географического фактора (климата и почвы), по этой причине абсолютных конкурентно мощных видов быть не может: «Что растет быстрее: дуб или бук? Ответ на этот вопрос может быть дан только в приложении к определенным 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).

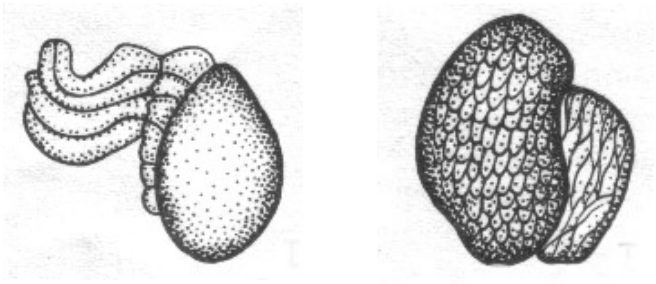


Рис. 18. Примеры мирмекохорных семян:
слева – семя фиалки волосистой (*Viola hirta*),
справа – семя чистотела (*Chelidonium majus*)

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.

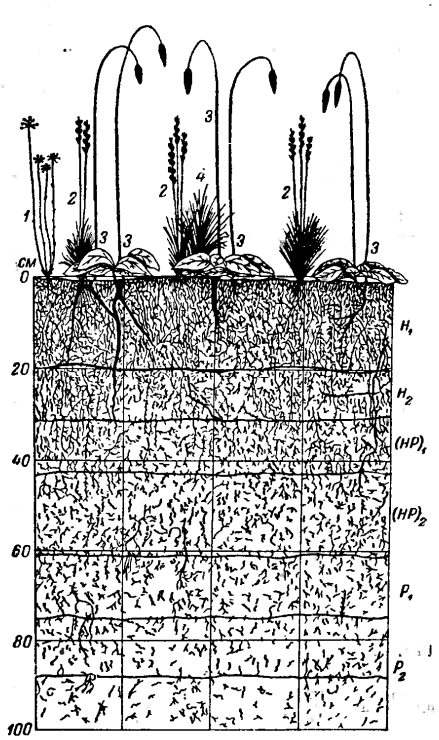


Рис. 19. Участок степного растительного сообщества с полностью изображенной надземной и подземной частями (слева указана глубина, справа – почвенные горизонты; по М.С. Шалыту, 1960)

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.

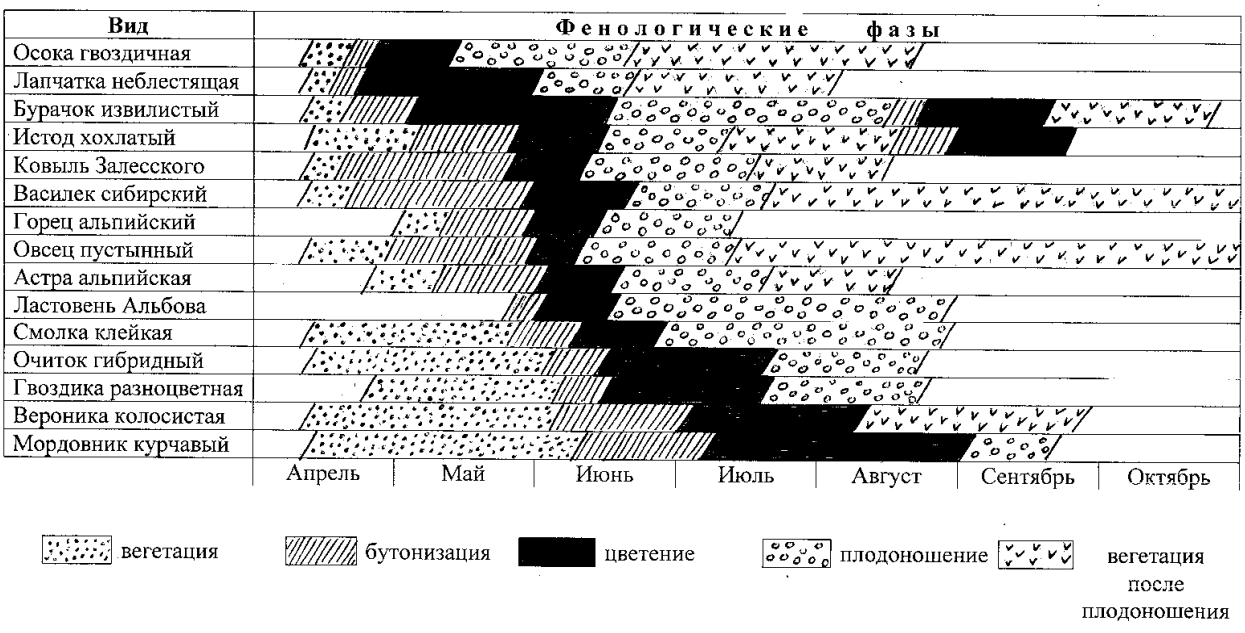


Рис. 20. Фенологический спектр степного сообщества (Башкирский государственный заповедник, по Т.В. Жирновой)

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.

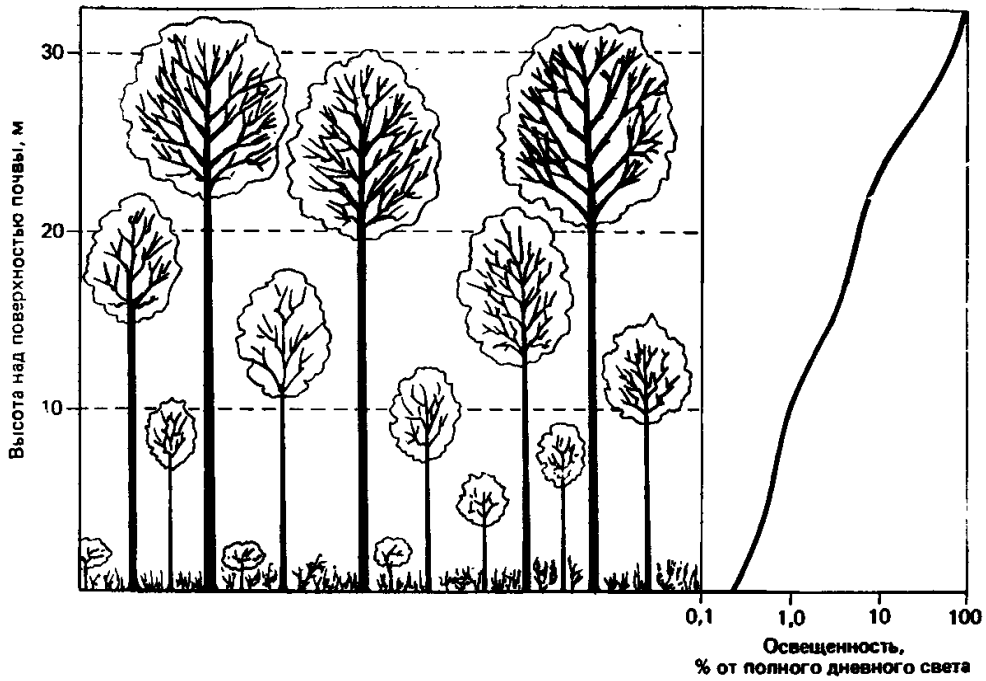


Рис. 21. Ярусность и условия освещения в лесном сообществе (по Р. Уиттекеру, 1980) .

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.

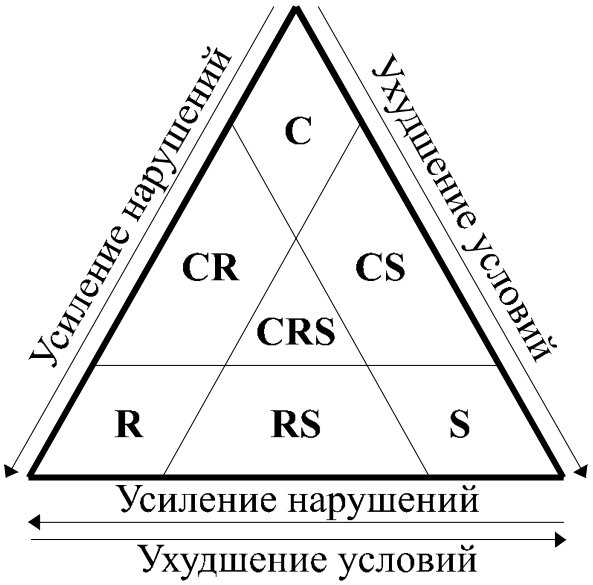


Рис. 22. Система типов стратегий растений Л.Г. Раменского–Дж.Ф. Граймa (пояснения в тексте)

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.

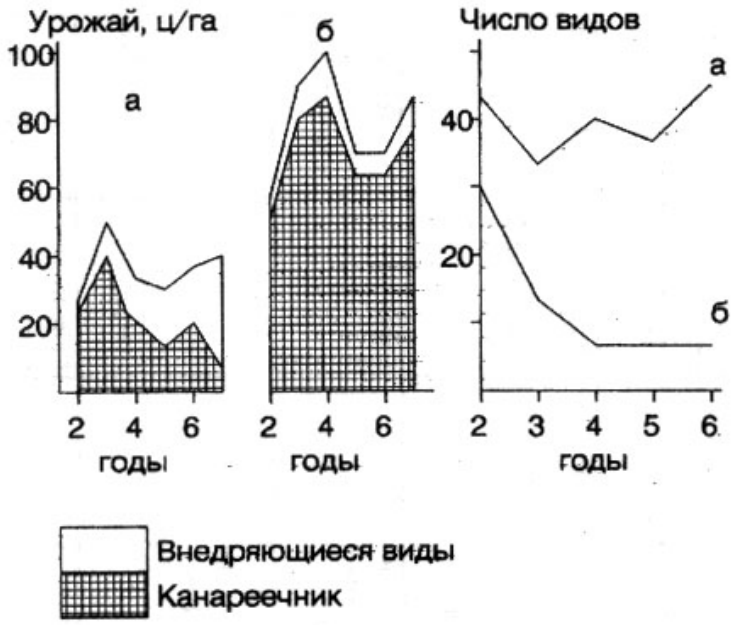


Рис. 23. Опыт управления сукцессией в посевах *Phalaroides arundinacea* с использованием удобрений (доза $N_{100}P_{60}K_{60}$; а – контроль, б – удобрение; по: Турубанова, Миркин, 1988)

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*).

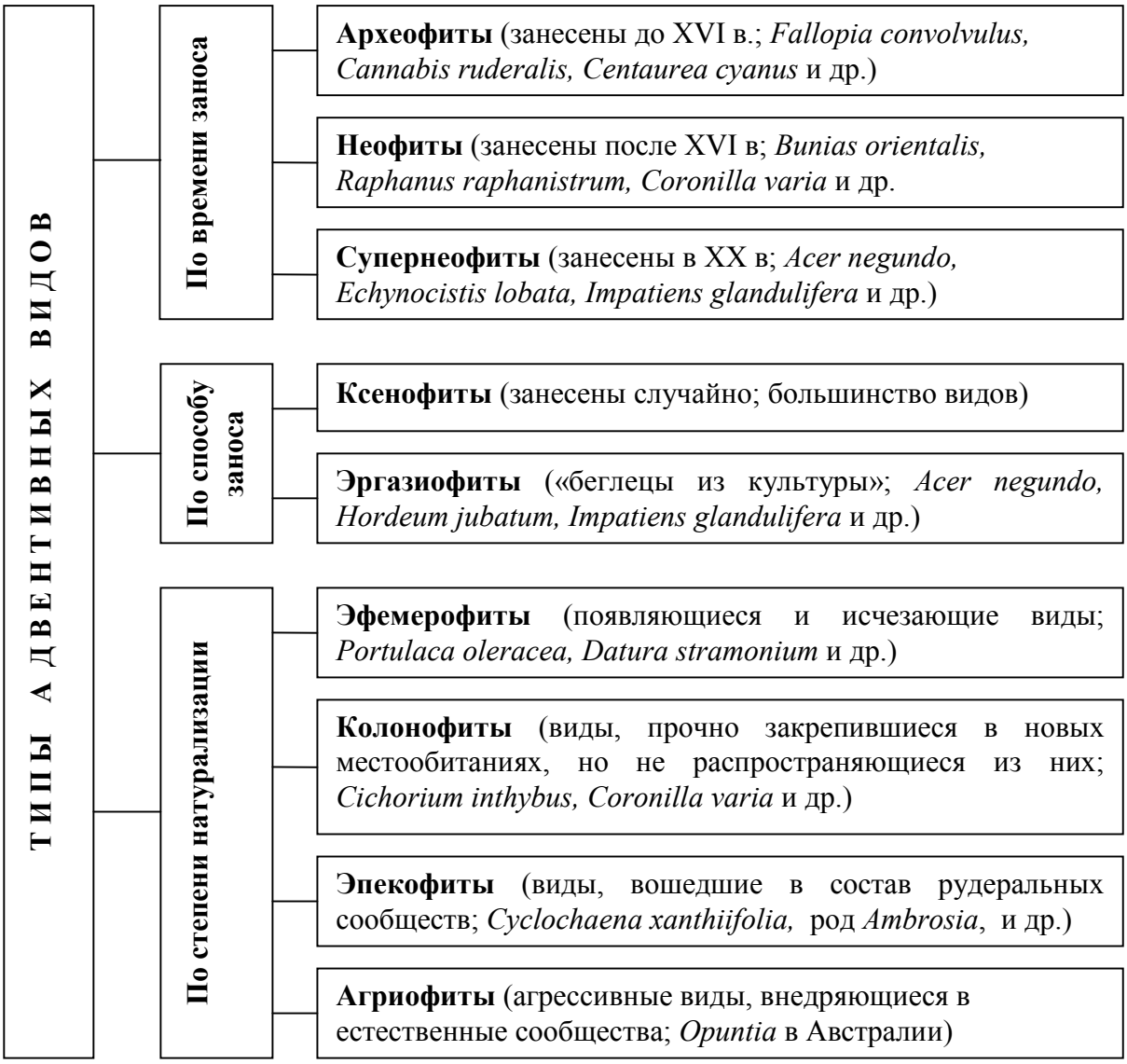


Рис. 24. Классификация адвентивных видов

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

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, морооустойчивость, 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

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.

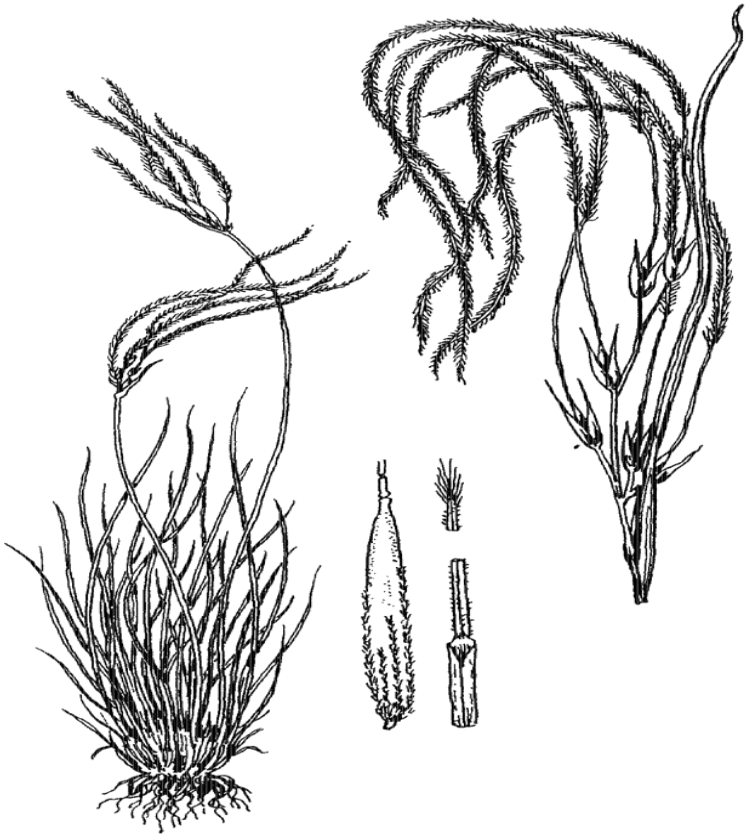


Рис. 6. *Stipa pennata* L.

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.

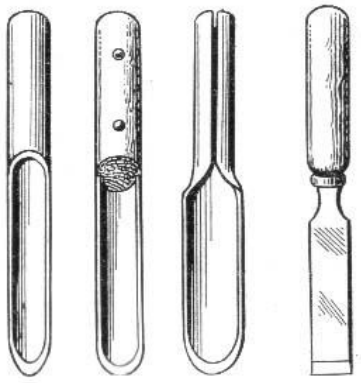


Рис. 7. Инструменты для выкопки растений: копалки из трубы и из железной полосы; стамеска

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.

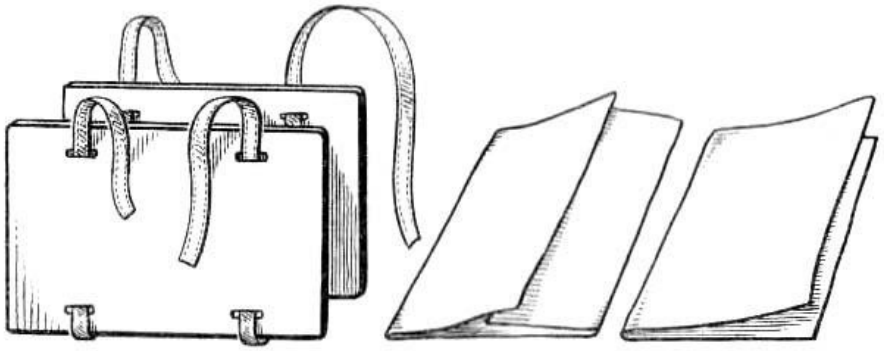


Рис. 8. Папка для сбора растений и бумажные «рубашки»

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.

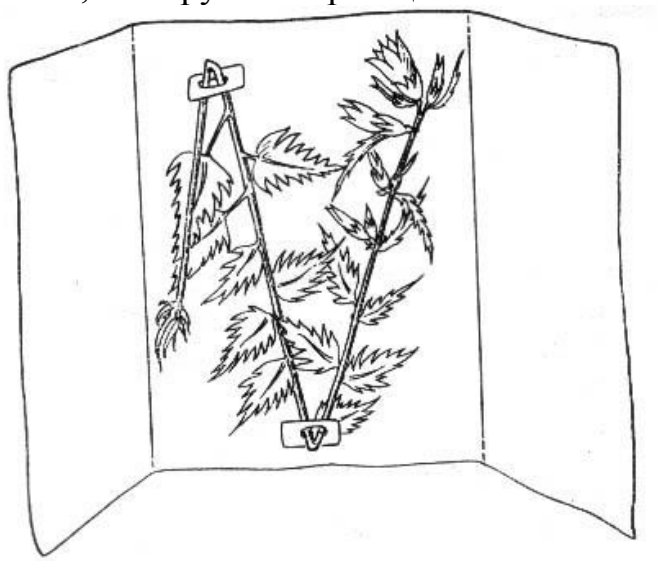


Рис. 9. Укладка в рубашку высокого растения

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.

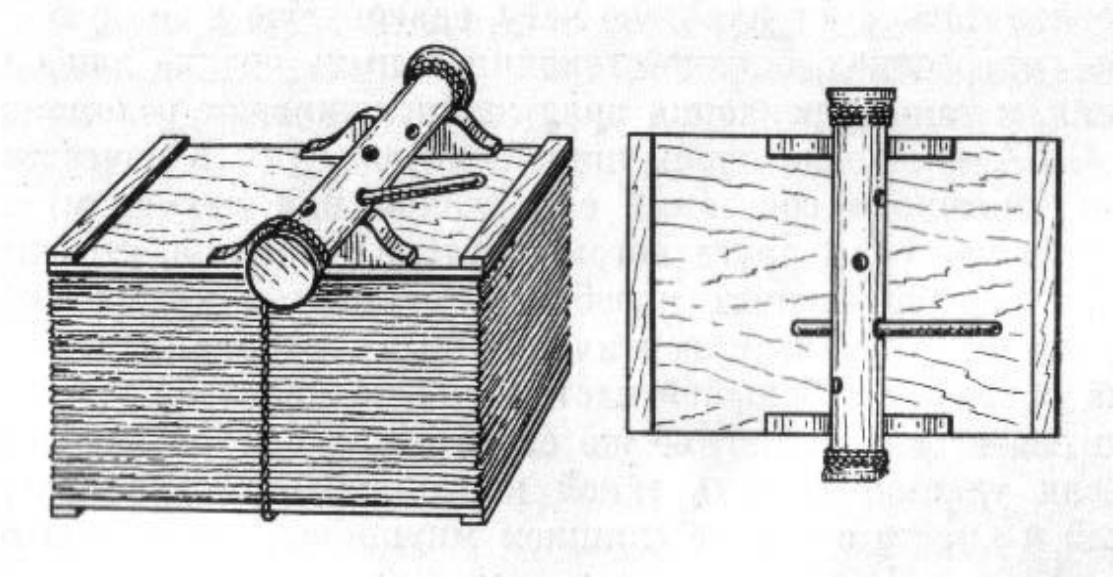


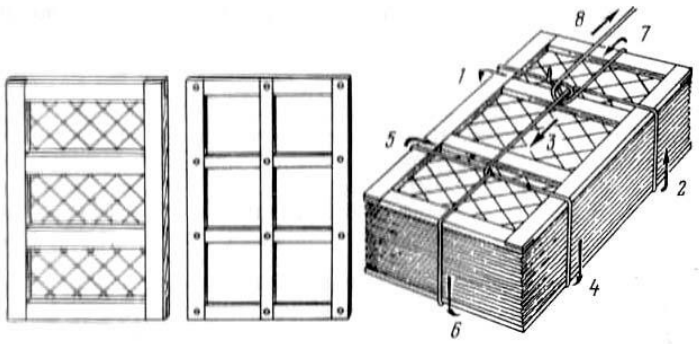
Рис. 10. Стационарный пресс из досок с валиком

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).

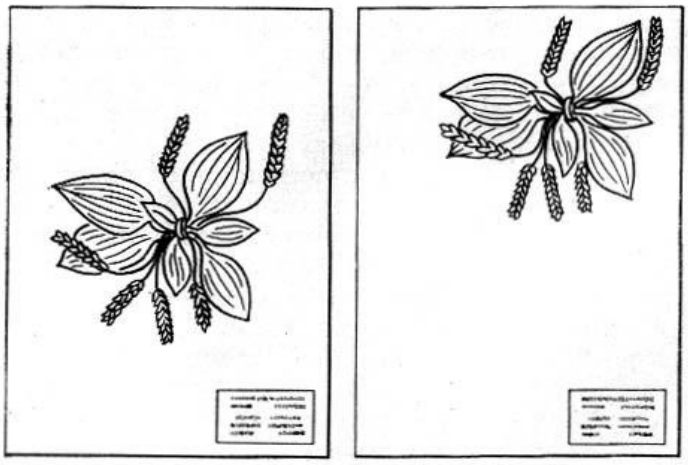


Рис. 13. Примеры монтировки:правильной (слева) и неправильной (справа)

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).

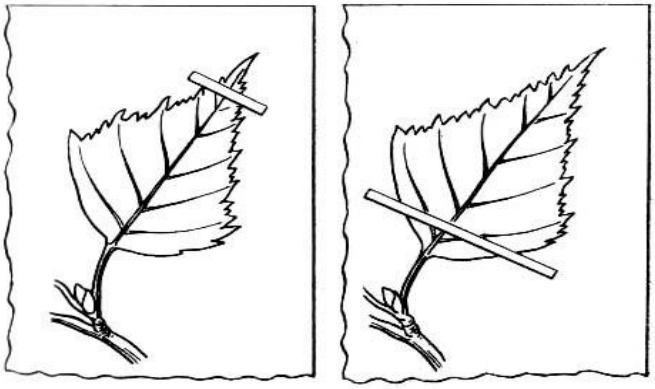


Рис. 14. Примеры правильной (слева) и неправильной (справа) монтировки

При монтировке следует использовать простые пакетики (рис. 15), которые свободно открываются после подклейки на лист. Чтобы пакетик не раскрывался сам, его закалывают канцелярской скрепкой.

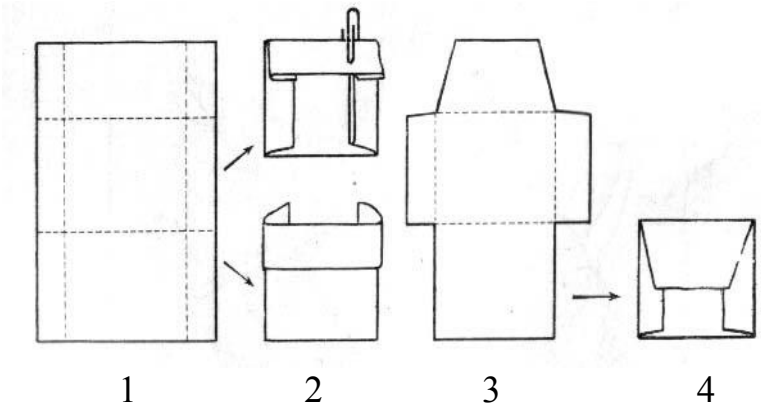


Рис. 15. Образцы пакетиков для гербария 1,3 – приготовление бумаги, 2,4 – виды пакетиков

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	Оп.	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	Оп.	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	Оп.	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	М-А.	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	М-А.	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

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

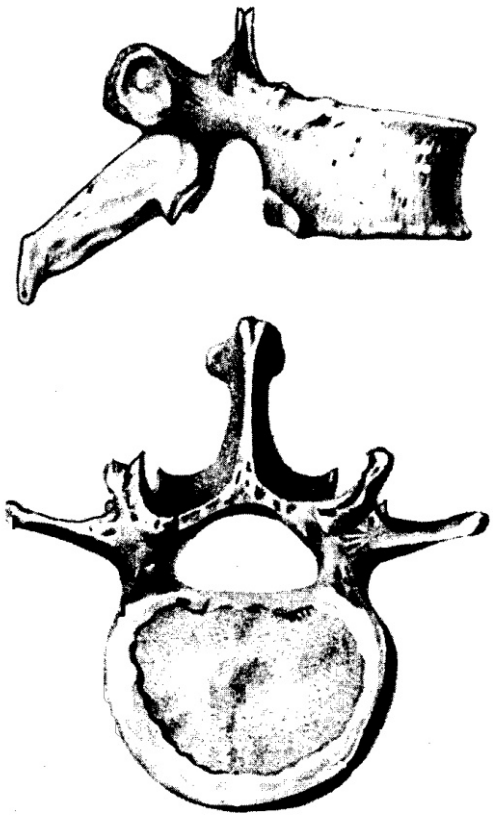
Сосок молочной железы

Околососковый кружок

Железы околососкового кружка

КОНТУРНЫЕ КАРТЫ

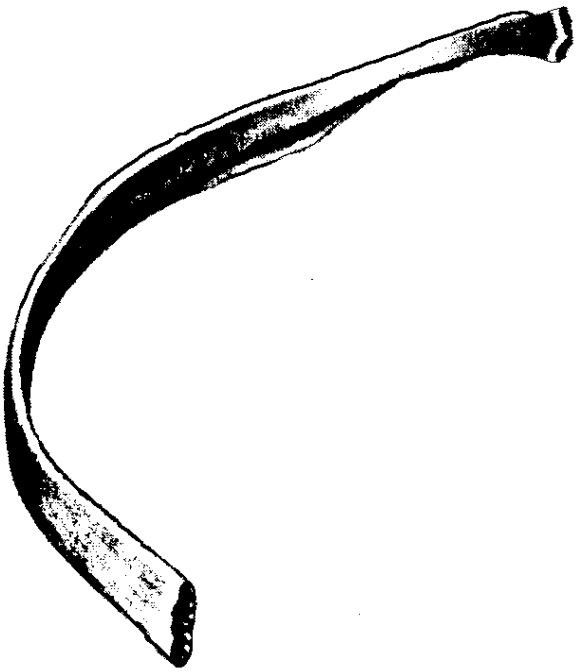
Карта № 1



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

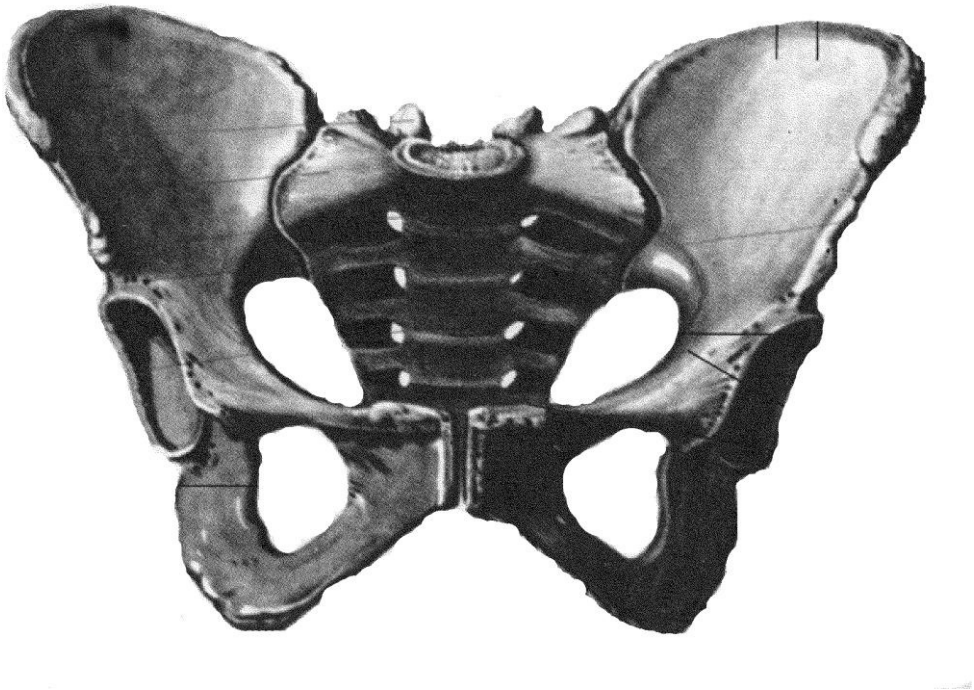
Карта № 2



Ребро (costae)

1. Caput costae
2. Collum costae
3. Tuberculum costae
4. Corpus costae
5. Sulcus

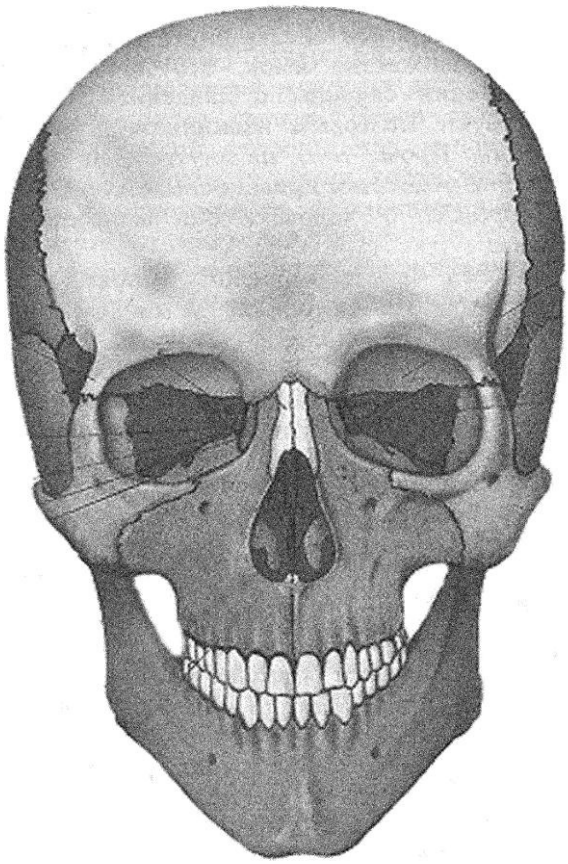
Карта № 3



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

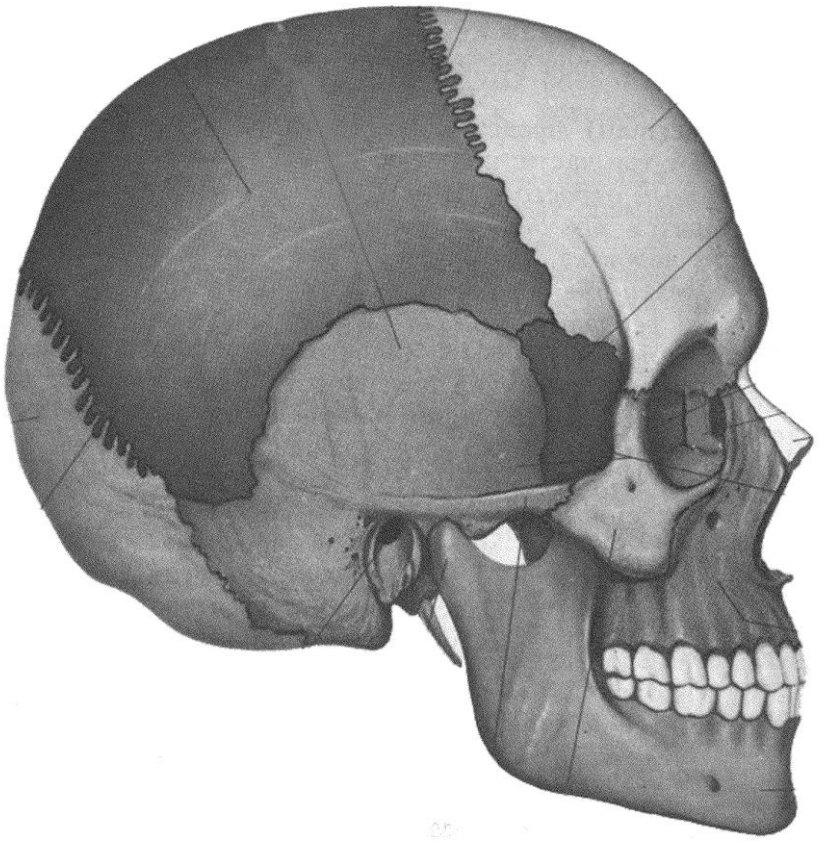
Карта № 4



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

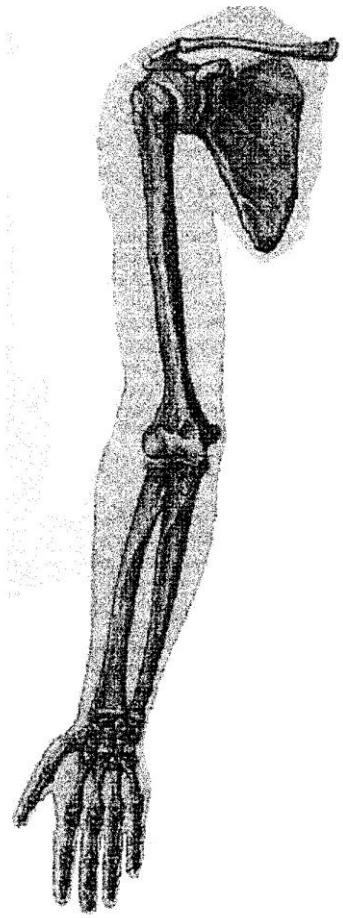
Карта № 5



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

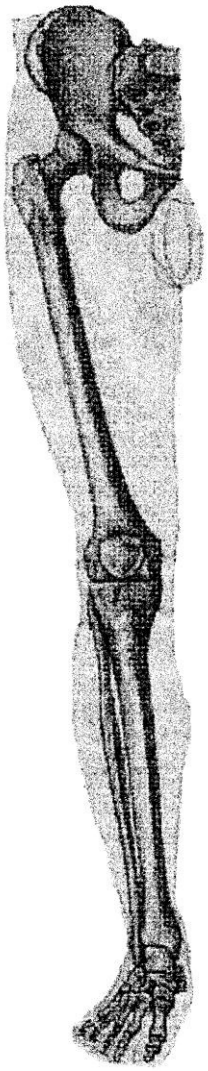
Карта № 6



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

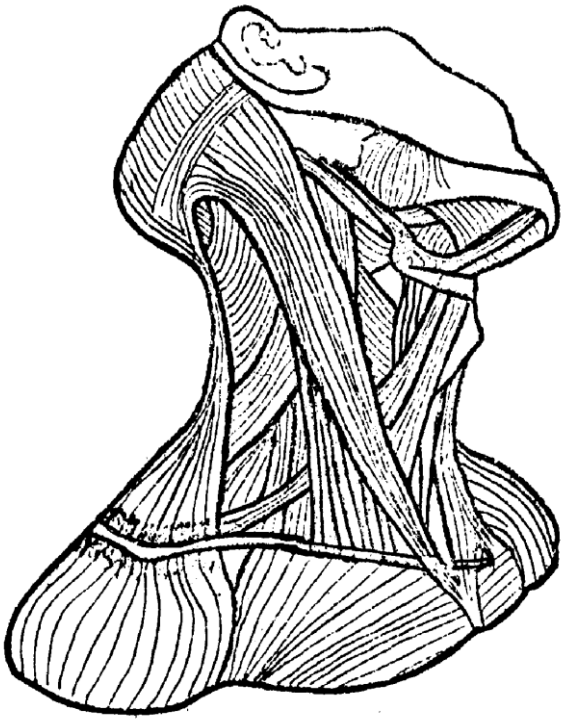
Карта № 7



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

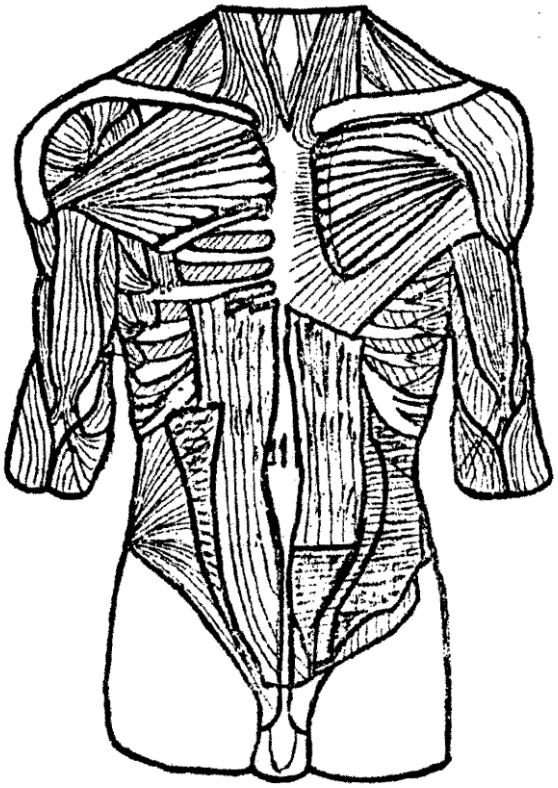
Карта № 8



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

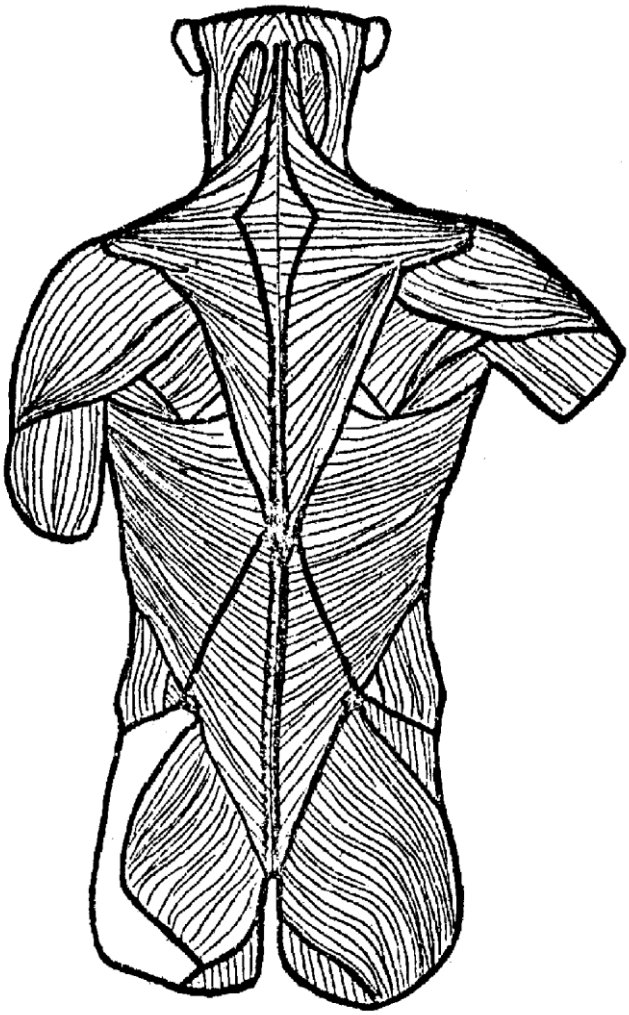
Карта № 9



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

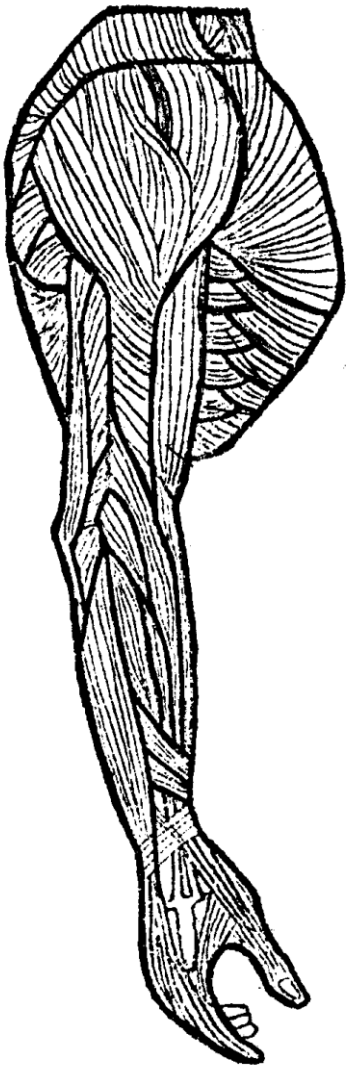
Карта № 10



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

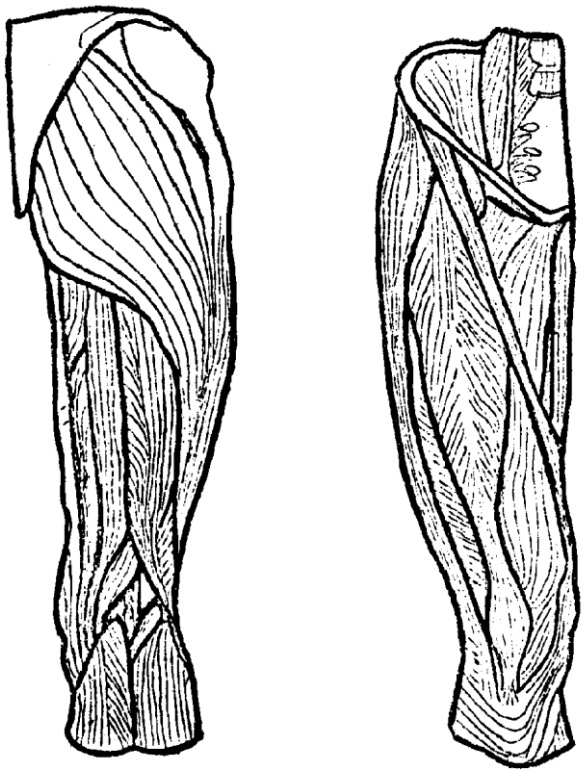
Карта № 11



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

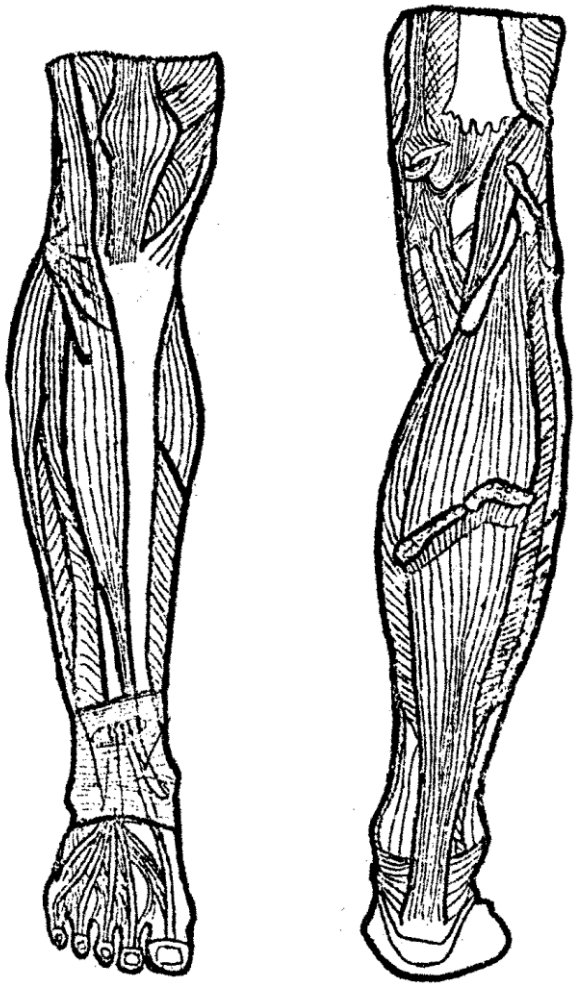
Карта № 12



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

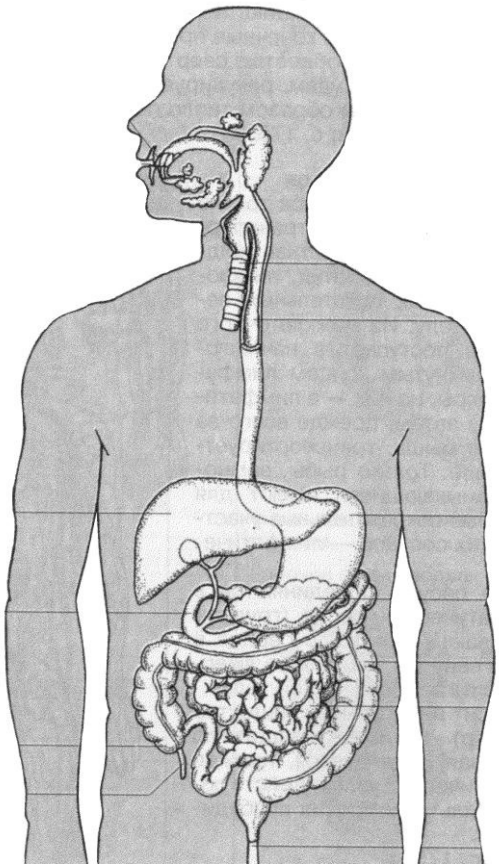
Карта № 13



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

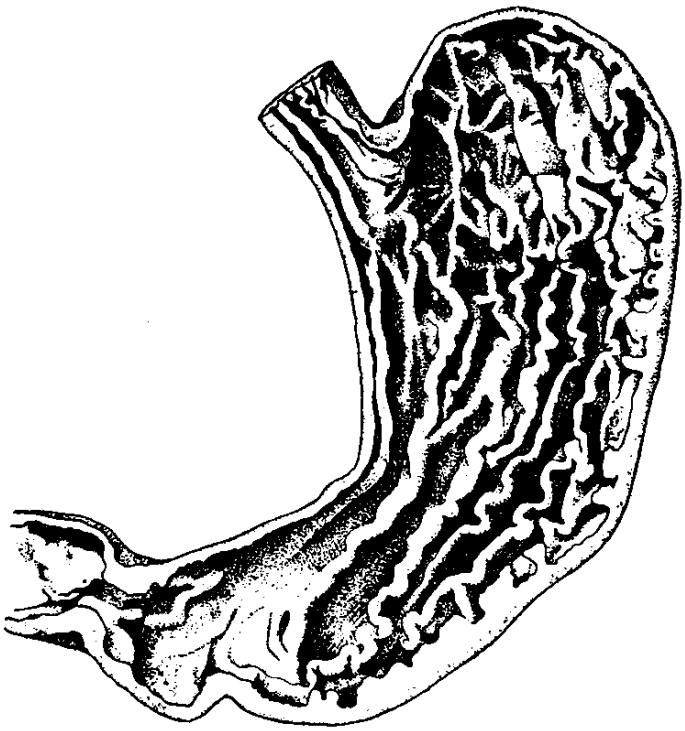
Карта № 14



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

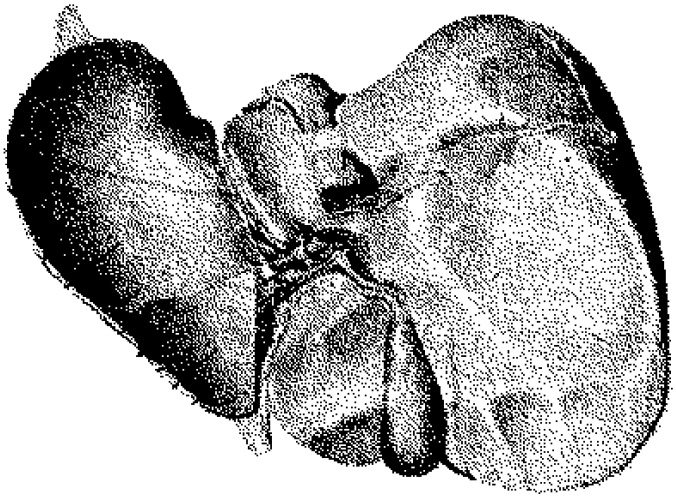
Карта № 15



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

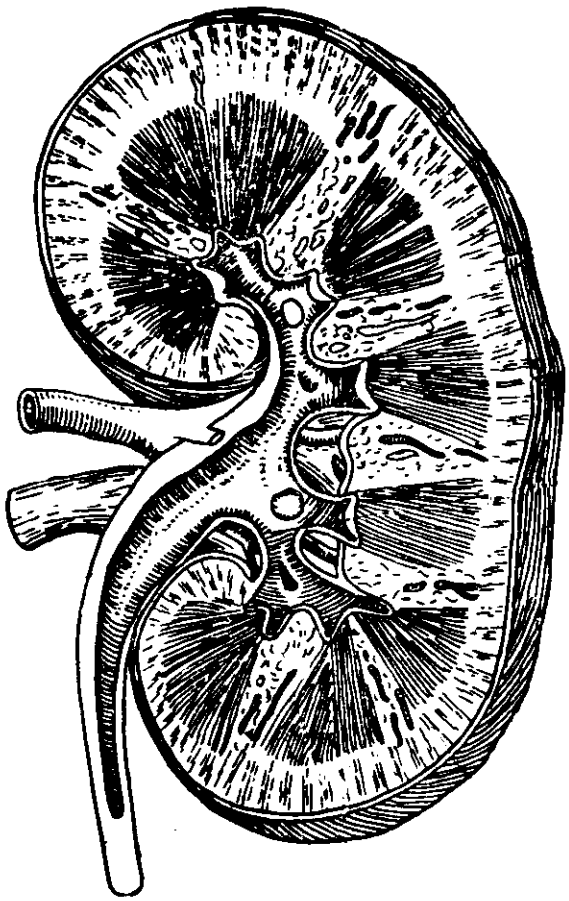
Карта № 16



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

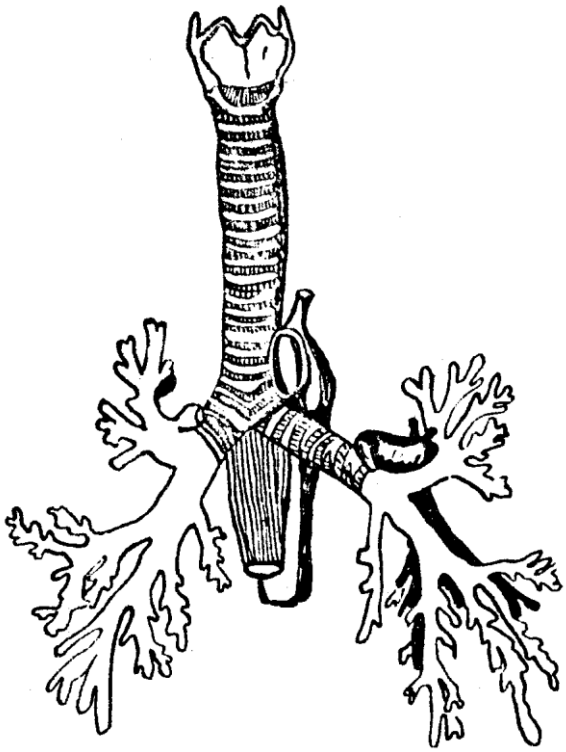
Карта № 17



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

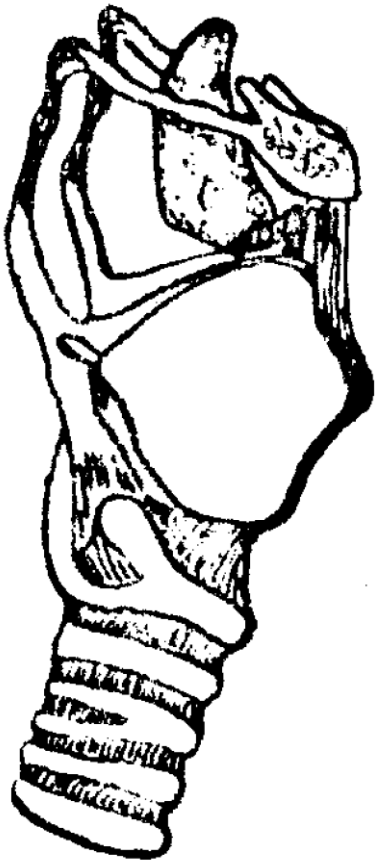
Карта № 18



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

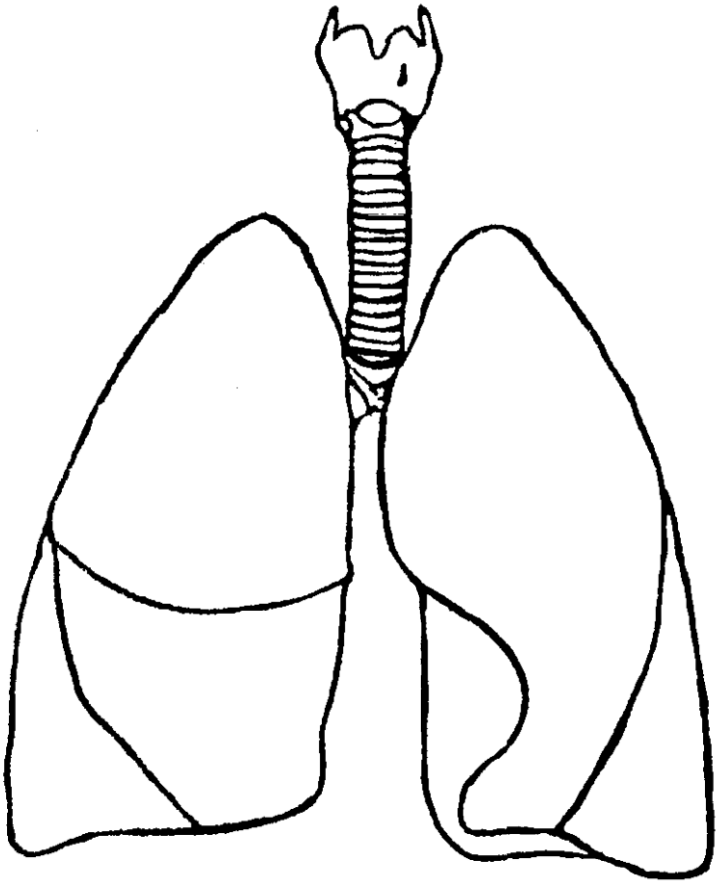
Карта № 19



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

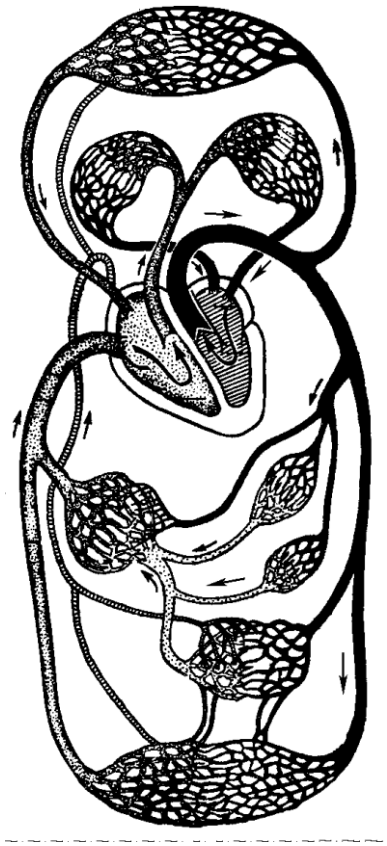
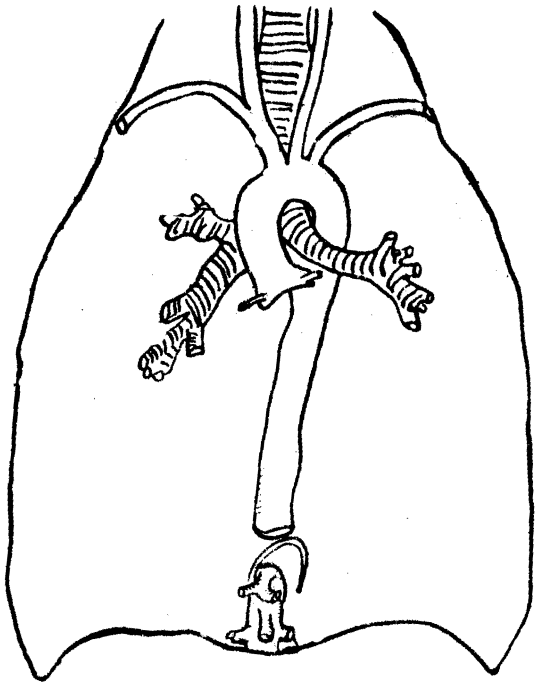


Схема малого и большого круга кровообращения

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

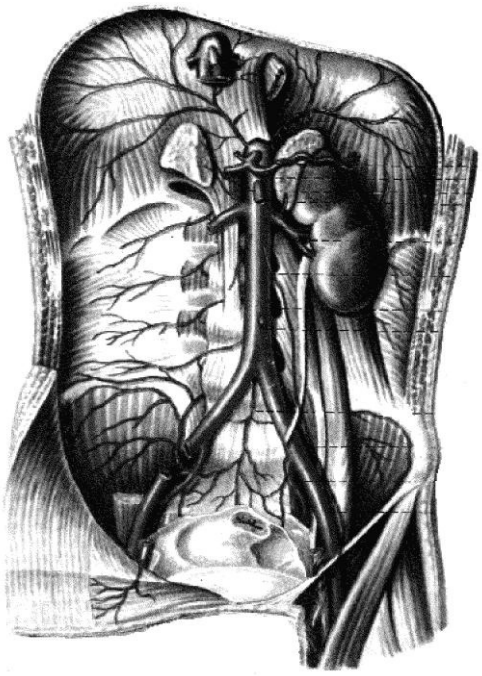


Схема аорты (брюшная полость)

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

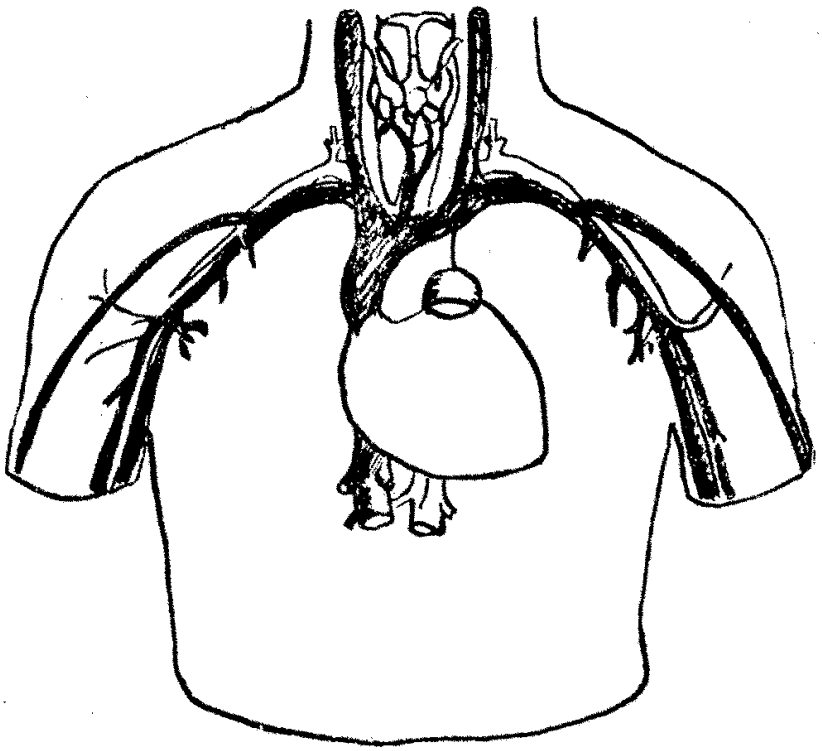
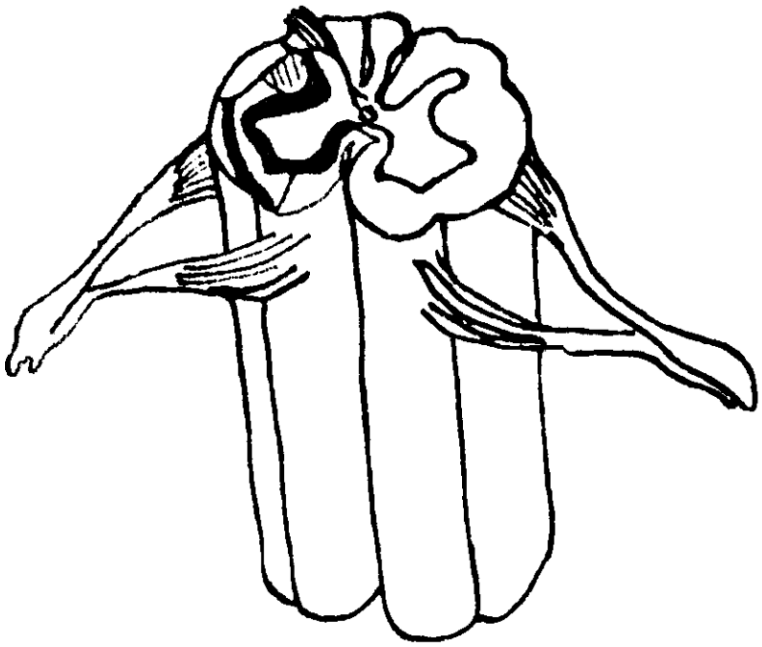


Схема верхней полой вены.

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

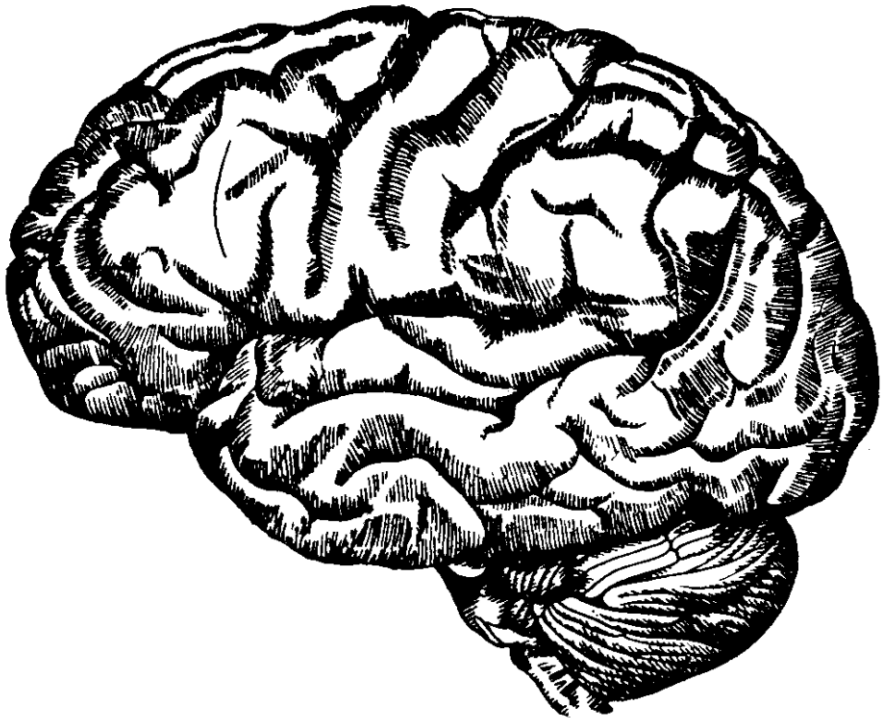
Карта № 25



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

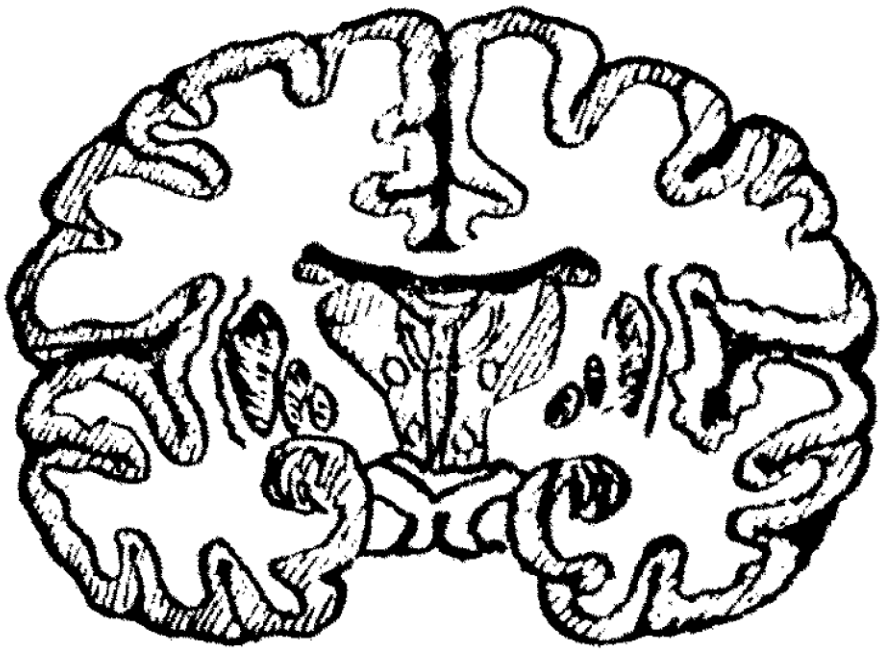
Карта № 26



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

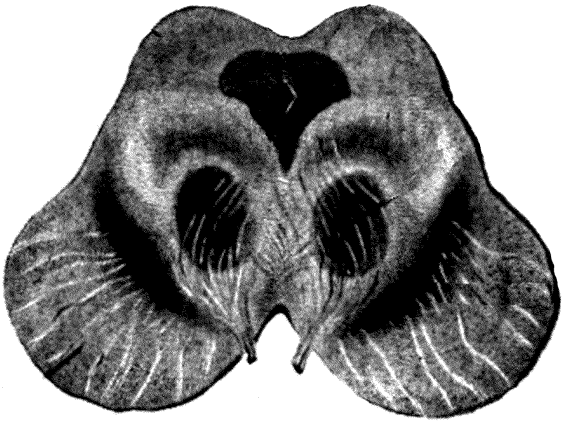
Карта № 27



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

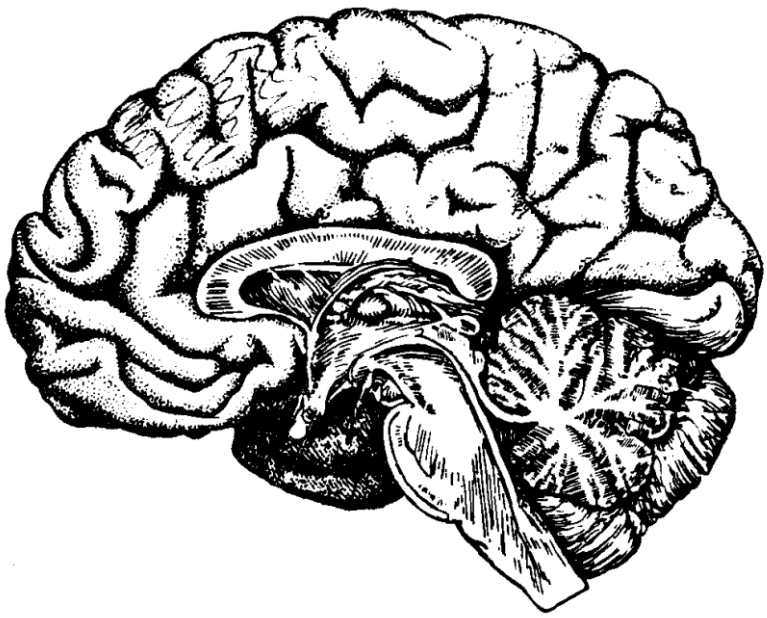
Карта № 28



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

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.

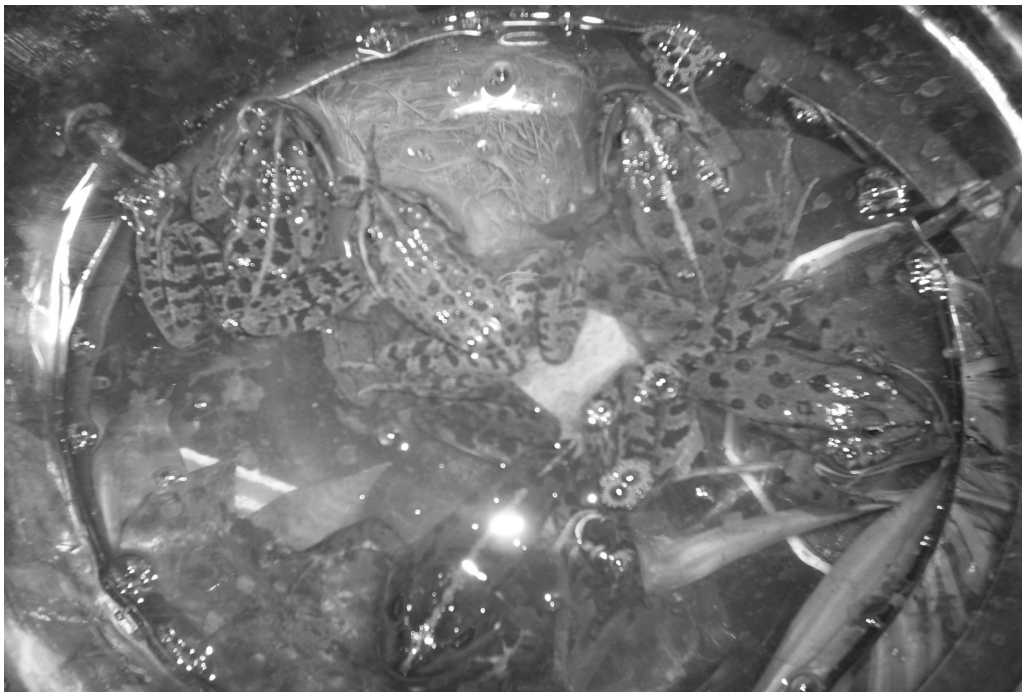


Рис.1. Озерные лягушки

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.

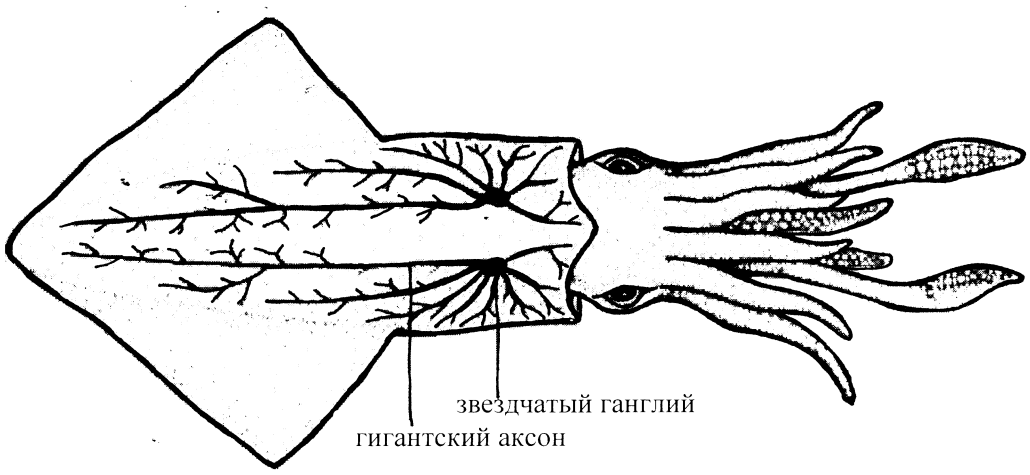


Рис.4. Кальмар и его гигантский аксон

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.

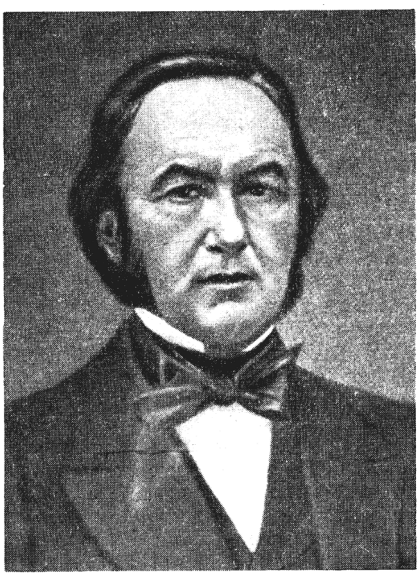
Профессор Д.Маклеод, убедившись в перспективности исследований, использовал все возможности своей кафедры для продолжения исследований, получения и очистки инсулина. Он привлек к работе биохимика Д.Б.Коллина, который очень быстро поставил процесс на поток. В январе 1922 г. Бантинг и Бест испытали действия 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.

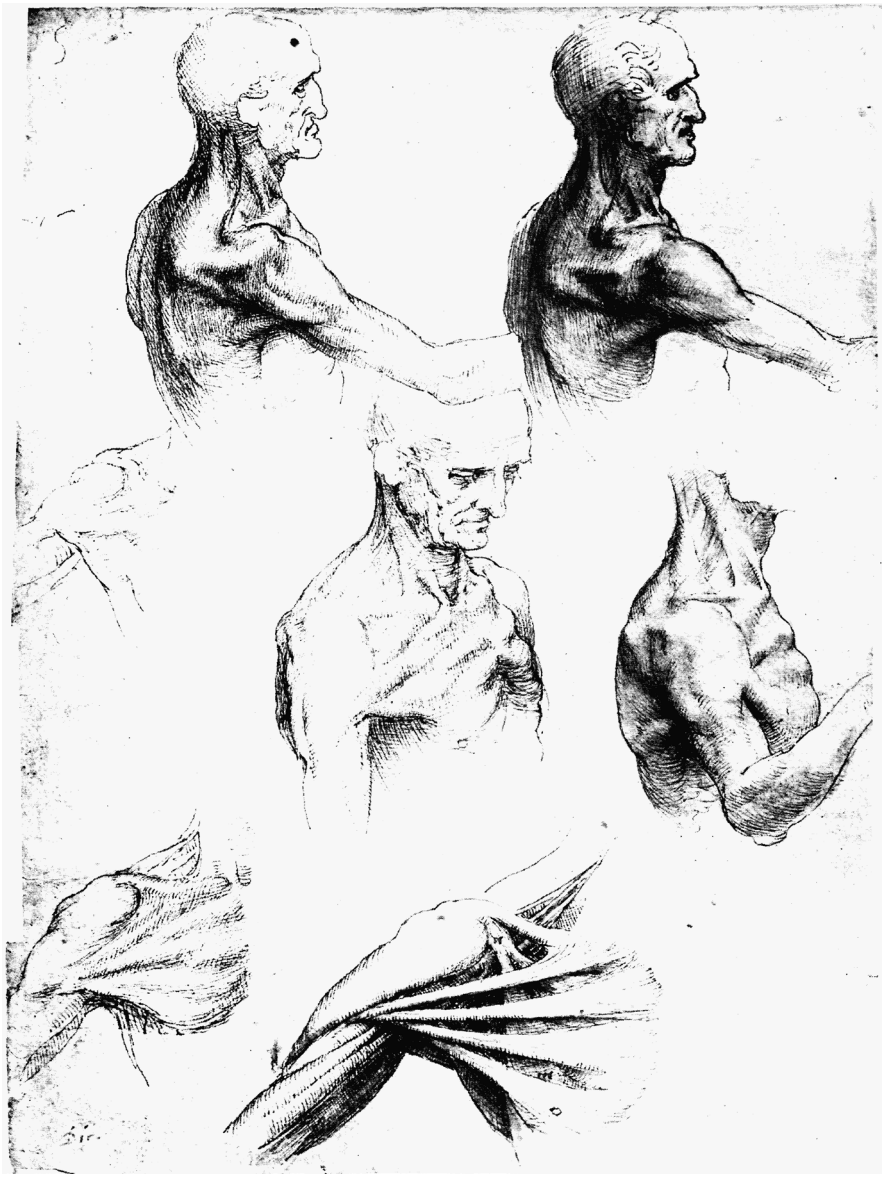


Рис.5. Леонардо да Винчи. Плечевой пояс мужчины. Этюд. 1510 г.

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.

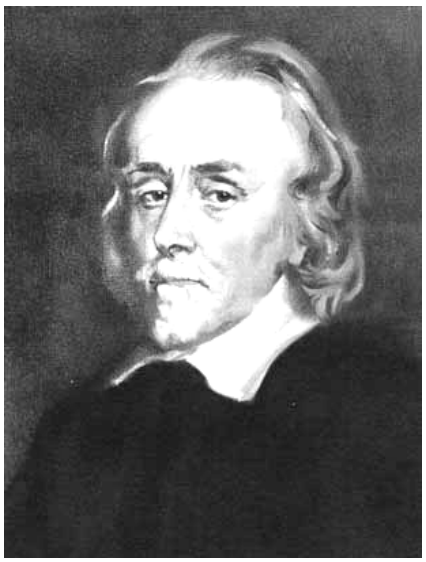
Опытами физиолога заинтересовался итальянский физик Алессандро Вольта (1745-1827), который высказал предположение, что электричество заключалось не в мышцах, а возникало при контакте двух разнородных металлов. Так начался знаменитый спор между двумя учеными, Гальвани и Вольта. Один настаивал, что электричество 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.

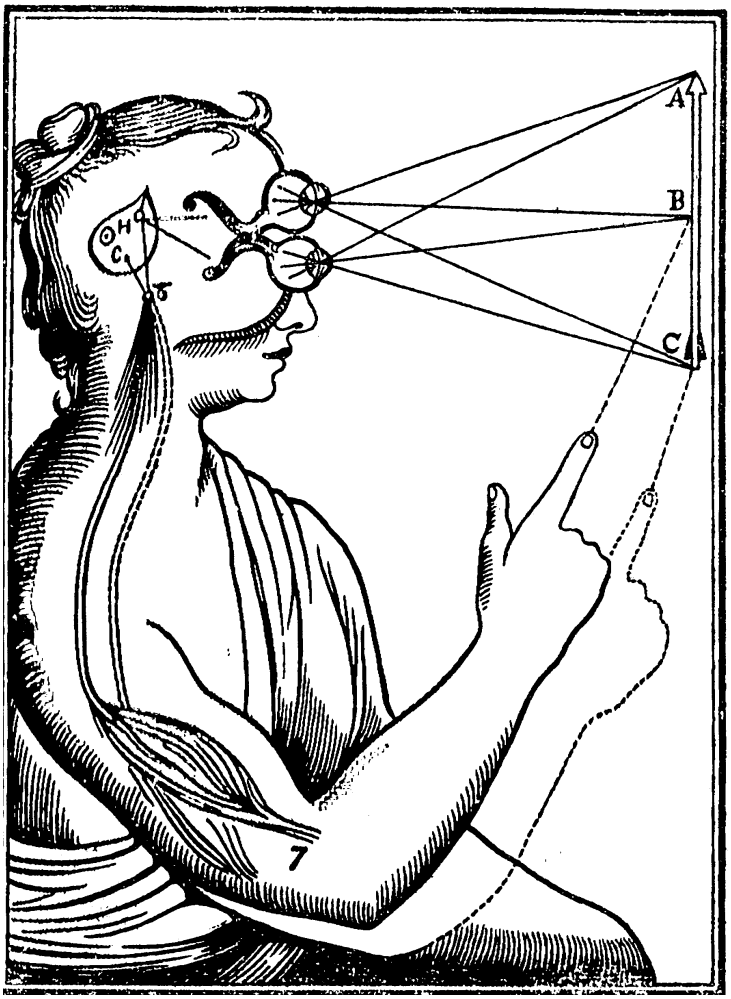


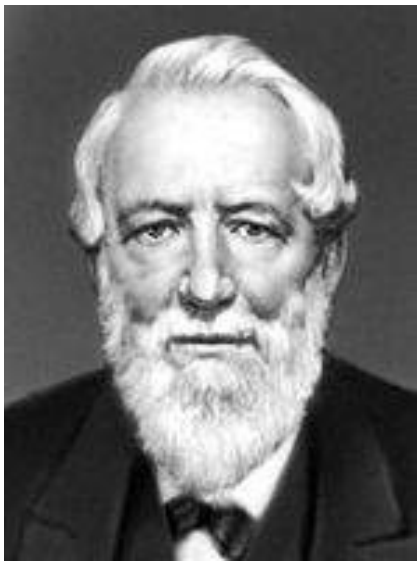
Рис.6. Схема механизма рефлекса по Декарту
из его книги «Трактат о человеке»

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.Миславским (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.

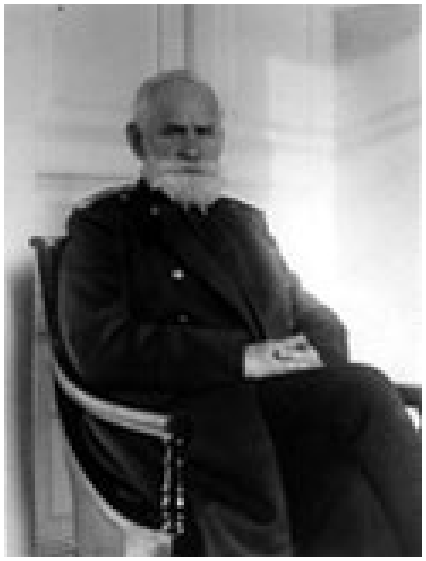
В 1863 г. Ф.В.Овсянников был избран экстраординарным академиком по физиологии Академии наук в Санкт-Петербурге.

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.

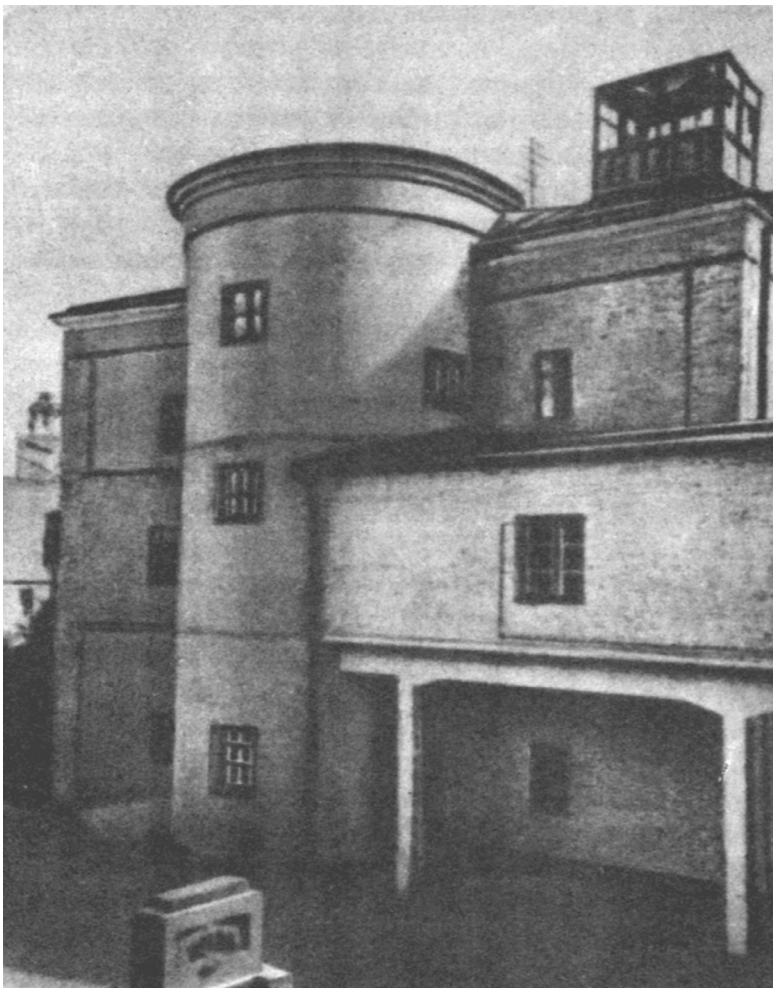


Рис.8. «Башня молчания»

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.Мислáвского 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.

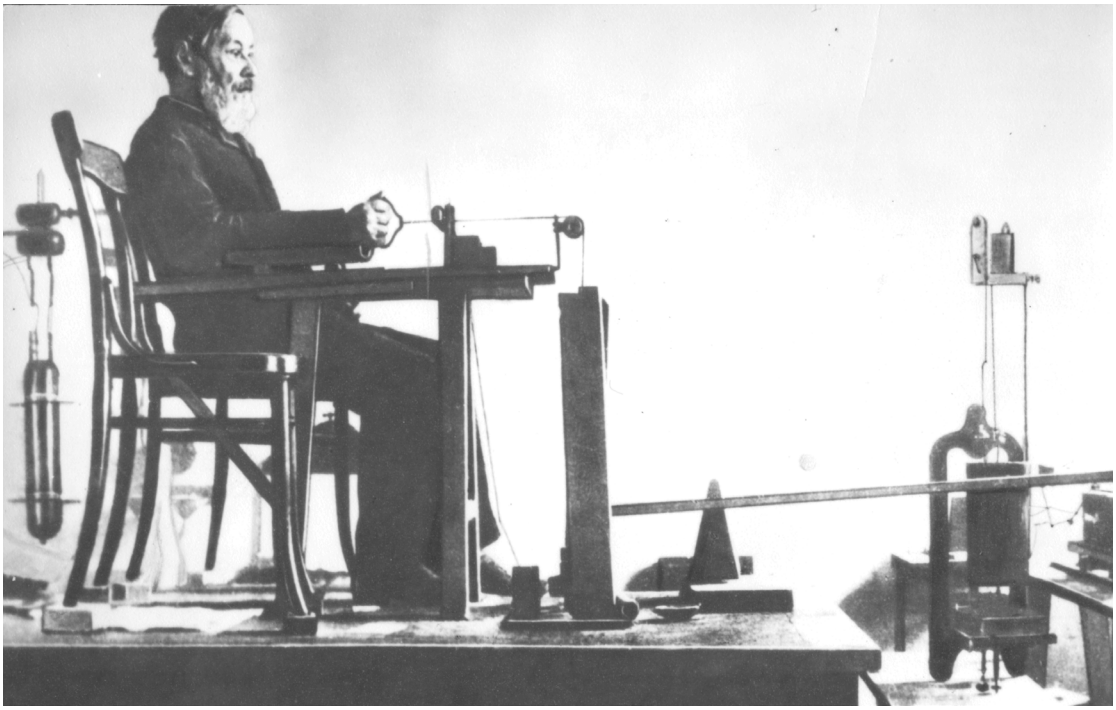


Рис. 9. И.М.Сеченов проводит опыт по изучению ритма работы мышц рук

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.

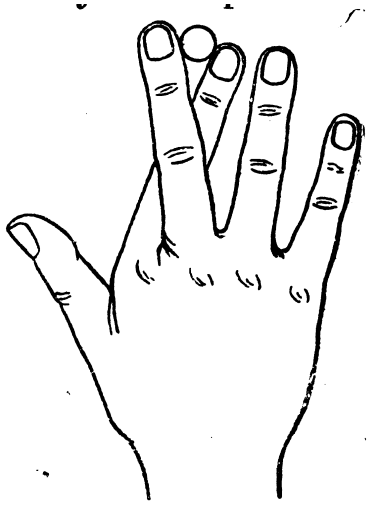


Рис. 10. Опыт Аристотеля

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.

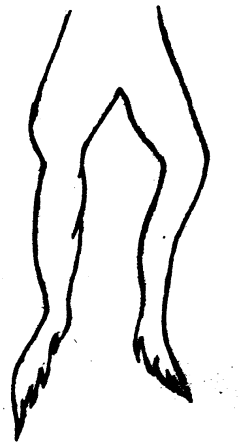


Рис.12. Опыт Бронджеста

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.

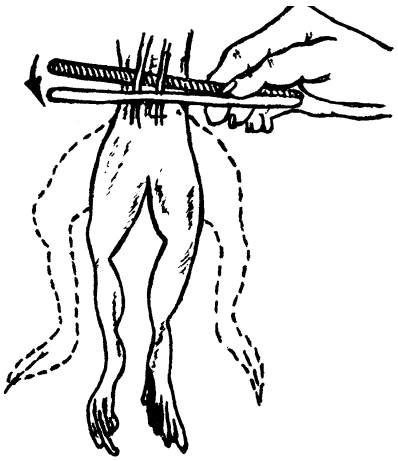


Рис.13. Первый опыт Гальвани

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.

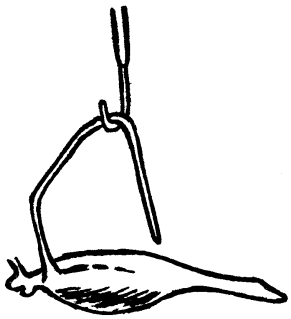


Рис.14. Второй опыт Гальвани

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».

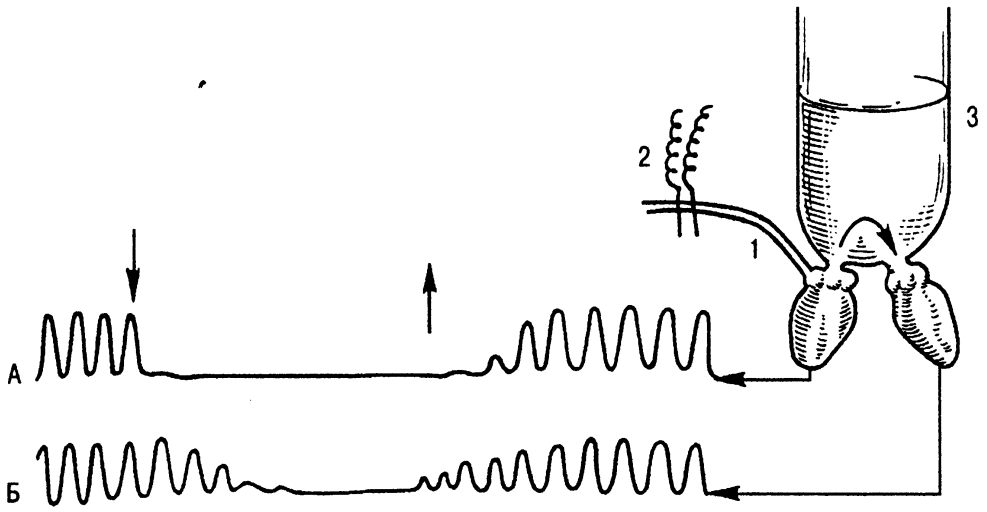


Рис.15. Опыт О.Леви. А – остановка сердца при раздражении блуждающего нерва; Б – остановка другого сердца без раздражения блуждающего нерва; 1 – блуждающий нерв, 2 – раздражающие электроды, 3 – канюля

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.

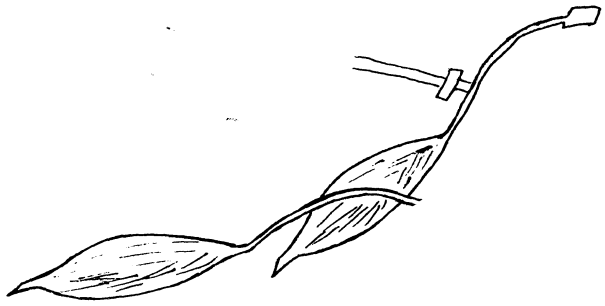


Рис. 17. Опыт Маттеуччи

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.

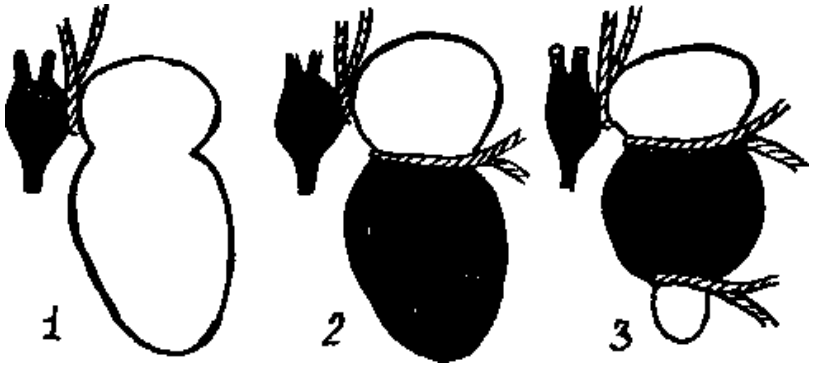


Рис.18. Схема опыта Станниуса: 1 – первая лигатура; 2 – первая и вторая лигатуры; 3 – первая, вторая и третья лигатуры. Темным цветом обозначены отделы сердца, сокращающиеся после наложения лигатур

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.

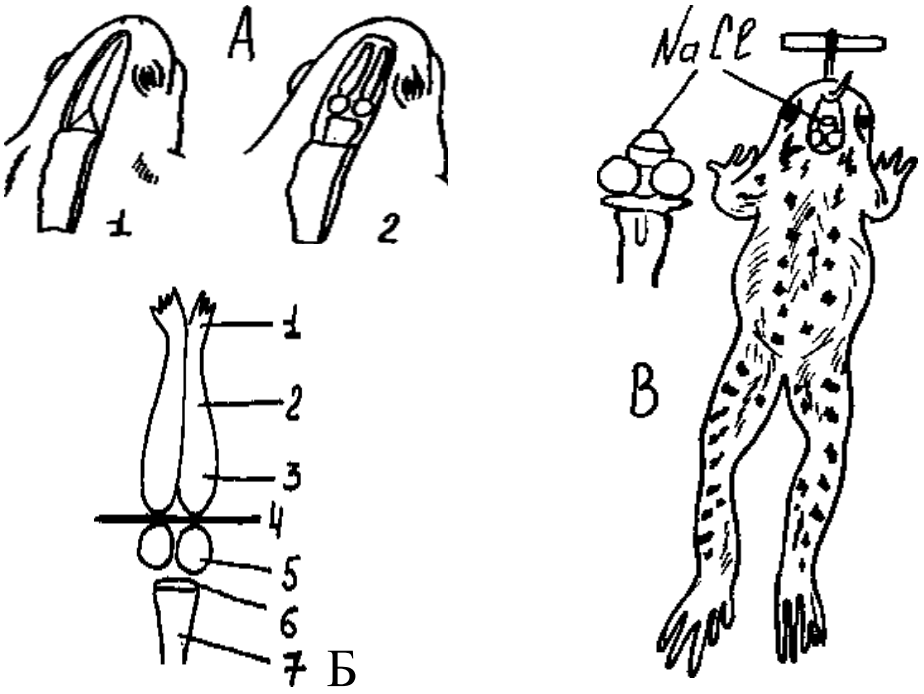


Рис.19. Схема опыта И.М.Сеченова с раздражением зрительных бугров лягушки. А – последовательные этапы обнажения головного мозга лягушки (1 – отогнут срезанный над черепной коробкой лоскут кожи; 2 – удалены крыша черепа и обнажен мозг). Б – головной мозг лягушки с линией разреза для опыта Сеченова (1 – 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.

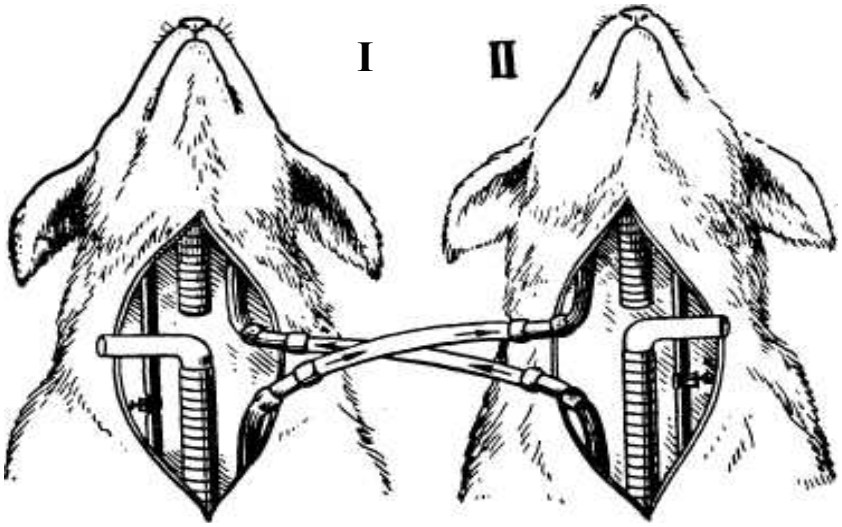


Рис.20. Опыт с перекрестным кровообращением

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 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).

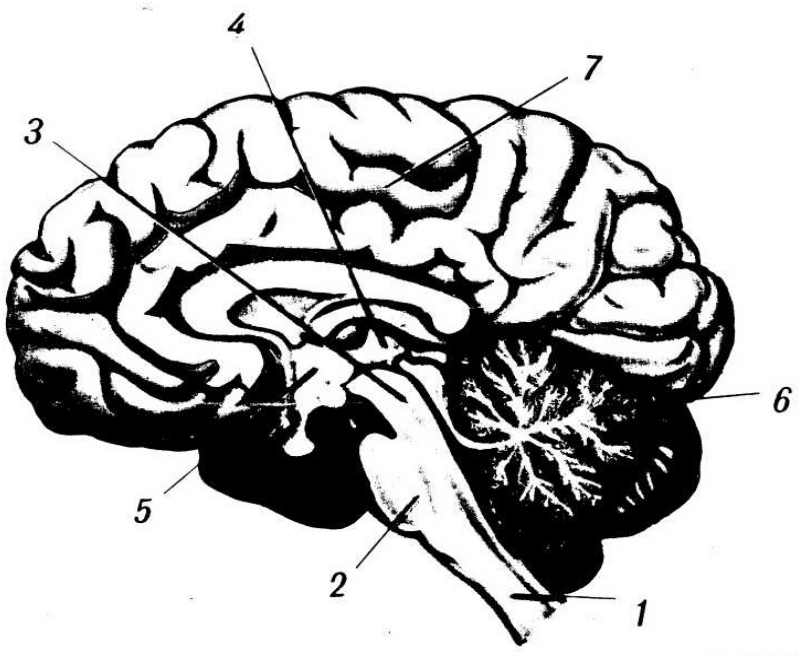


Рис. 1. Схема строения головного мозга: 1 – продолговатый мозг; 2 – мост; 3 – средний мозг; 4, 5, – промежуточный мозг (4 – таламус, 5 – гипоталамус); 6 – мозжечок; 7 – кора больших полушарий

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.

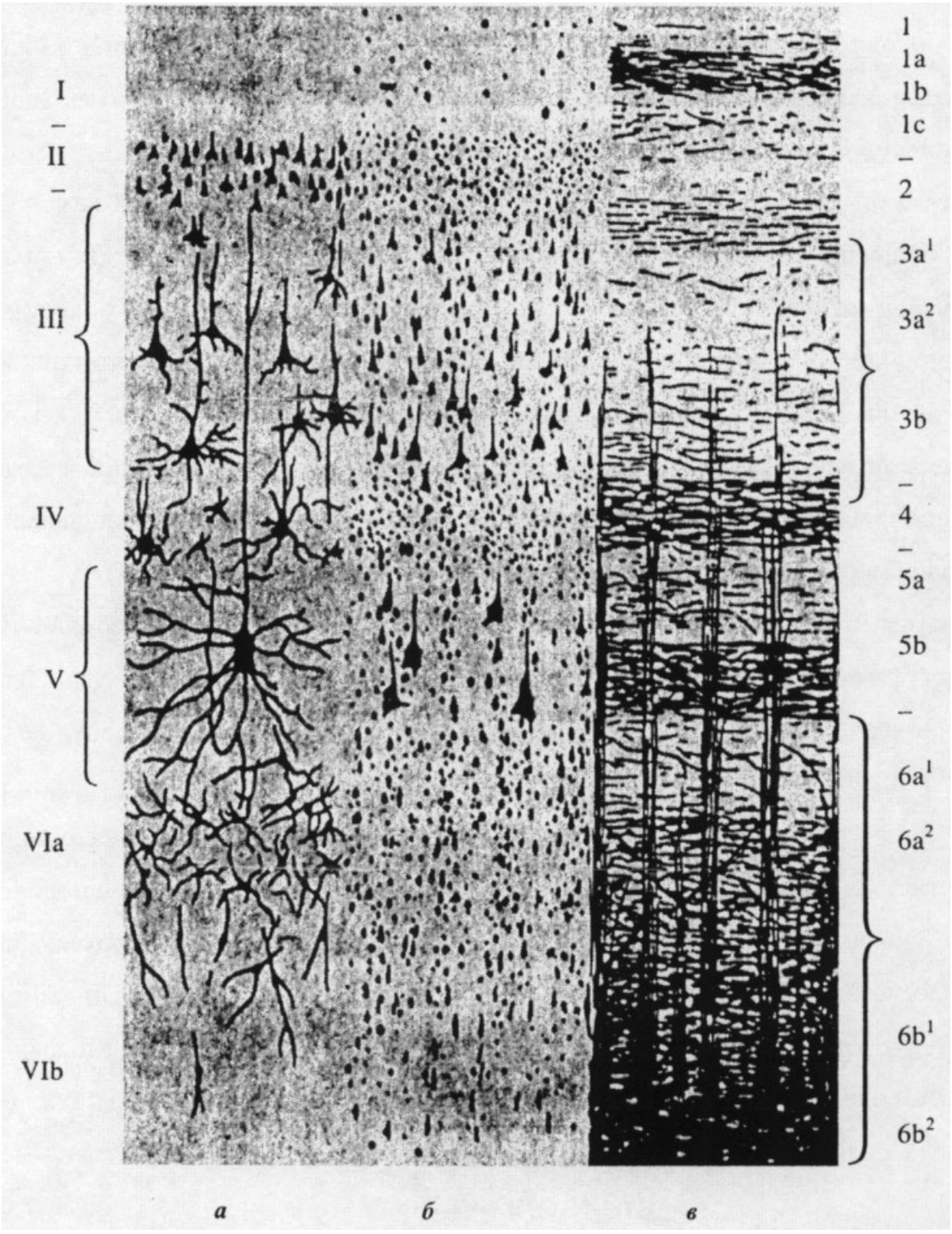


Рис. 2. Полусхематичное изображение слоев коры головного мозга (по К. Brodmann, Vogt, с изменениями): *а* – основные типы нервных клеток (окраска по Гольджи); *б* – тела нейронов (окраска по Нисслю); *в* – общее расположение волокон (миелиновых оболочек). Слои пронумерованы от поверхности вглубь. Приведены две наиболее распространенные системы нумерации

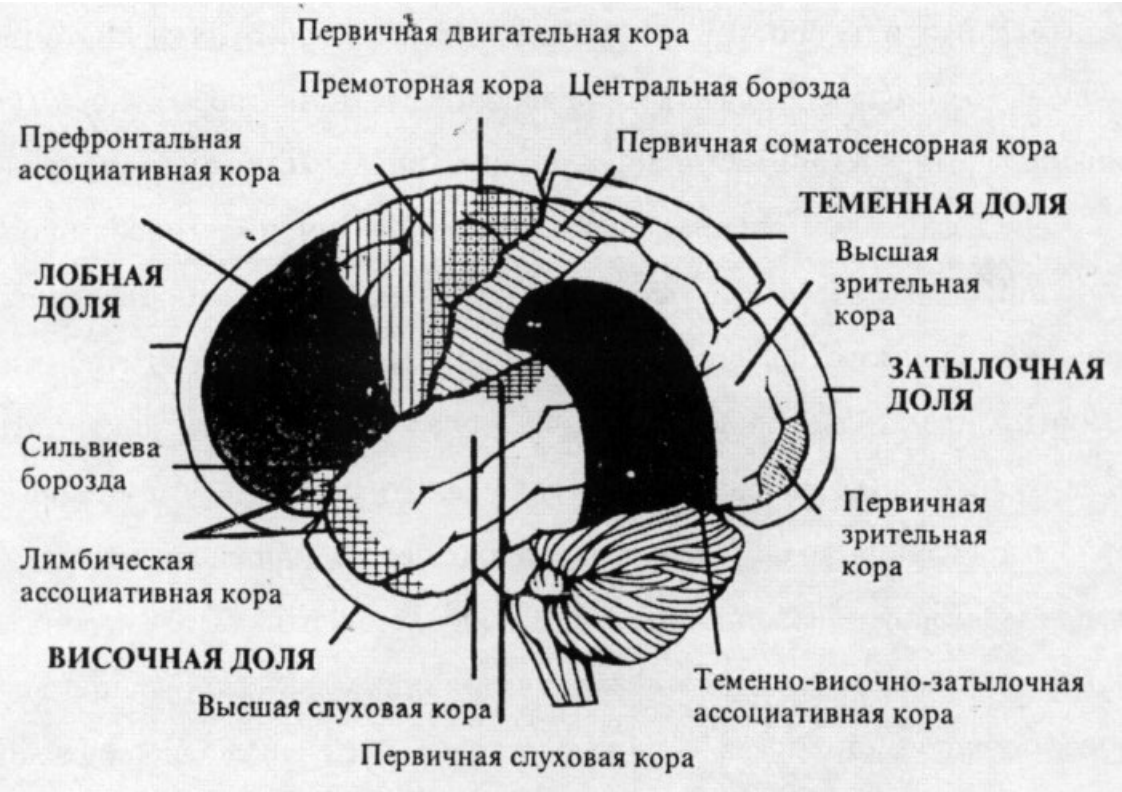


Рис. 3. Четыре основные доли коры головного мозга (лобная, височная, теменная и затылочная)

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.

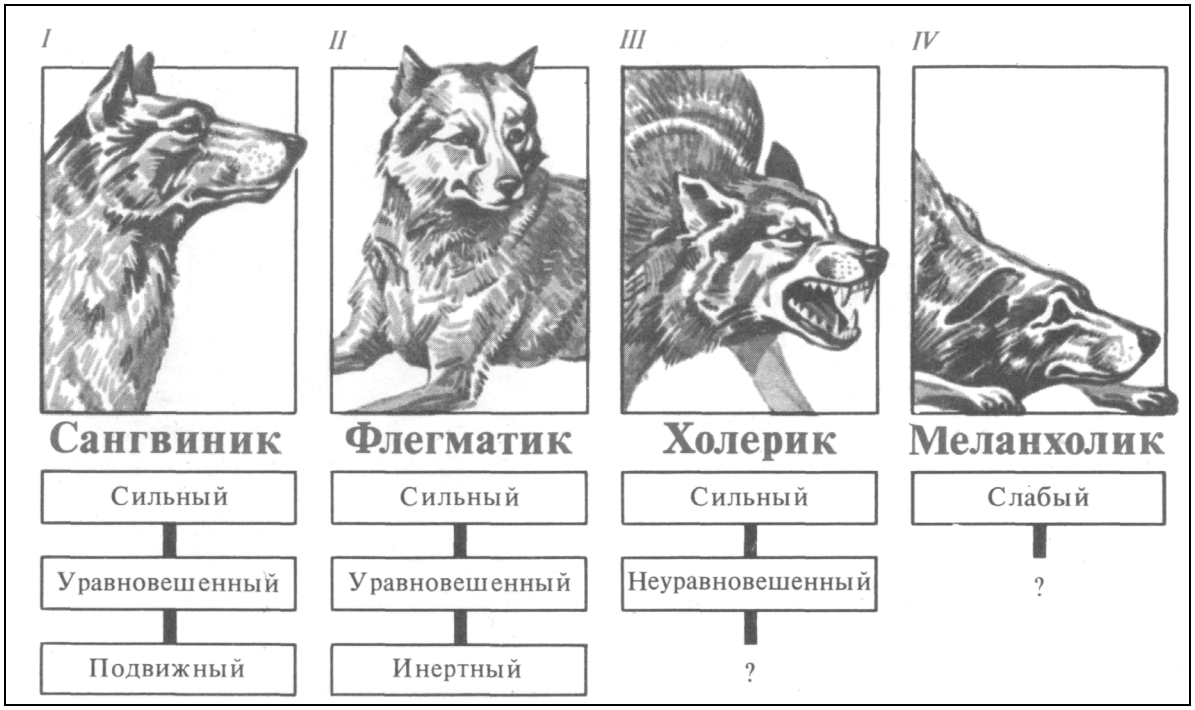


Рис. 4. Типы ВНД у животных, по И.П.Павлову (I, II, III, IV).
Примечание. Типологическая классификация Гиппократа: сангвиник (с преобладанием крови), флегматик (с преобладанием слизи), холерик (с преобладанием желчи), меланхолик (с преобладанием черной желчи)

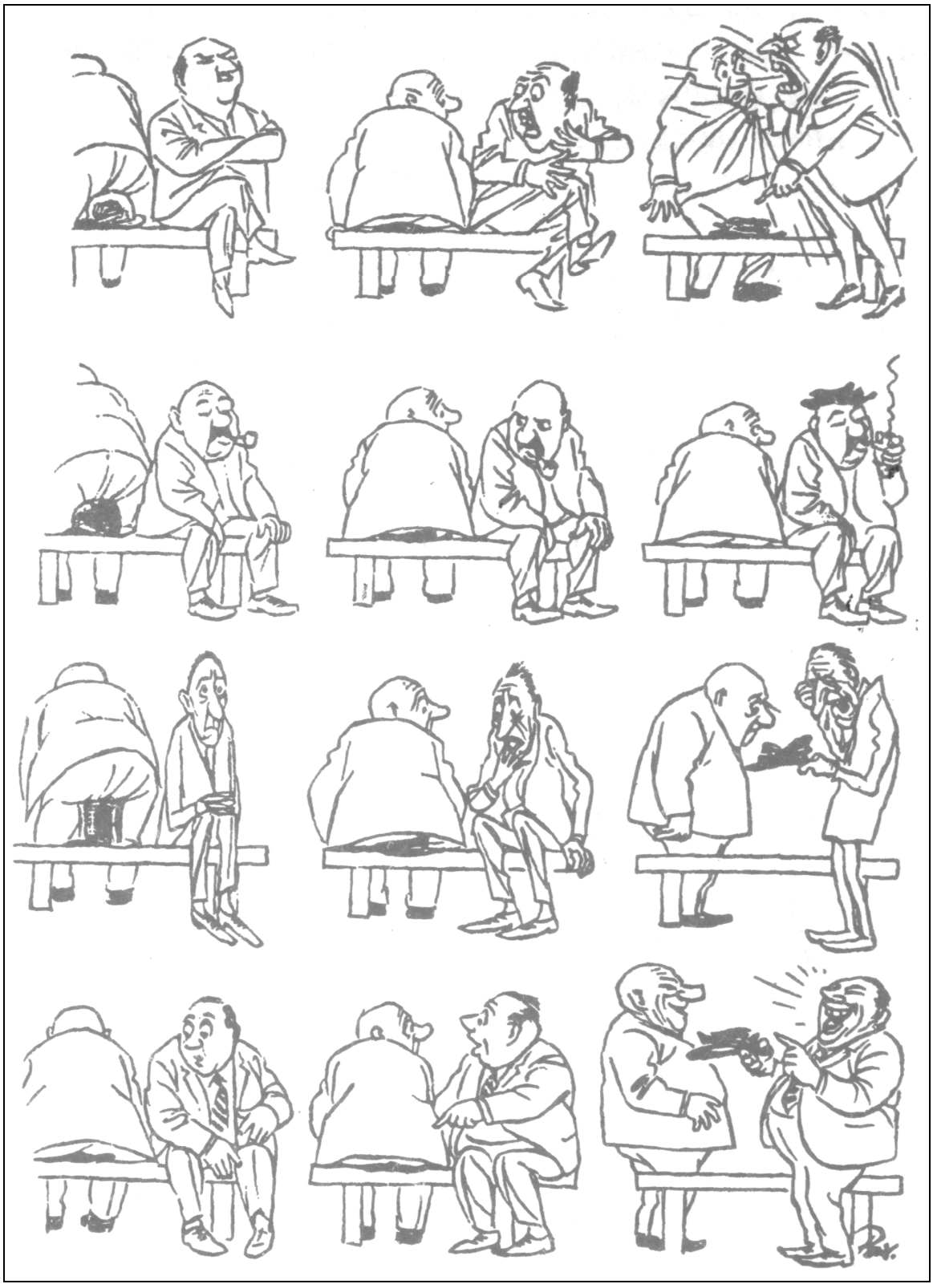


Рис. 5. Реакция человека с сангвиническим, флегматическим, меланхолическим и холерическим темпераментом на одно и то же событие (по Х.Бидструпу, 1974)

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.

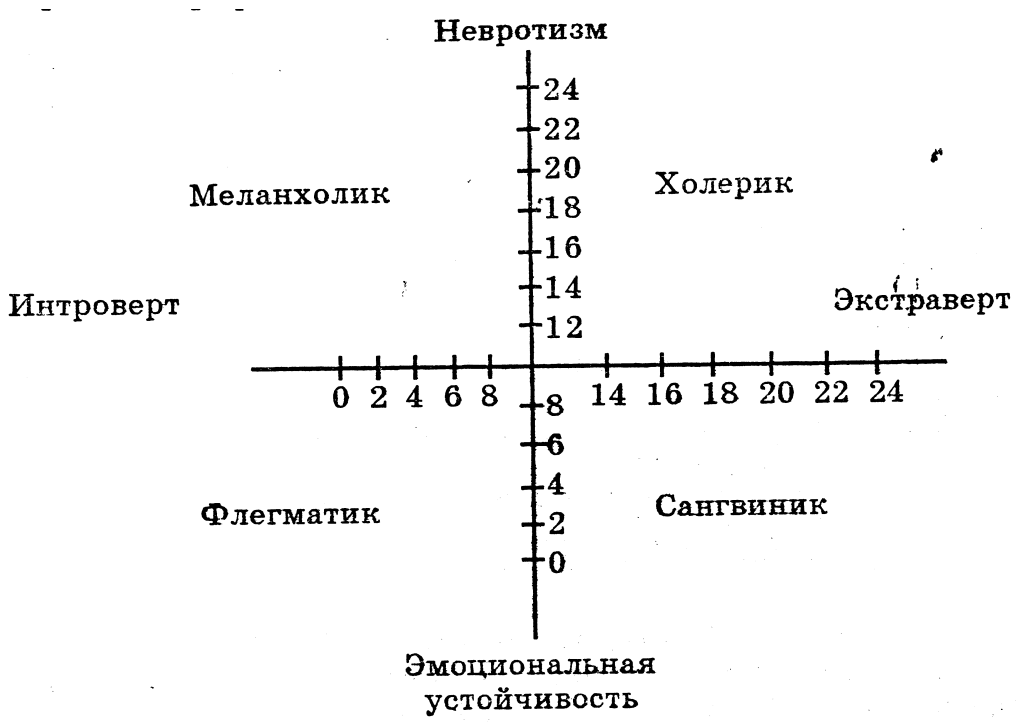


Рис.6. График к опроснику Айзенка

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

$$\text{ФТ} = (X\frac{Ax}{A}\times 100\%) + (C\frac{Ac}{A}\times 100\%) + (\Phi\frac{A\phi}{A}\times 100\%) + (M\frac{Aм}{A}\times 100\%);$$

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.

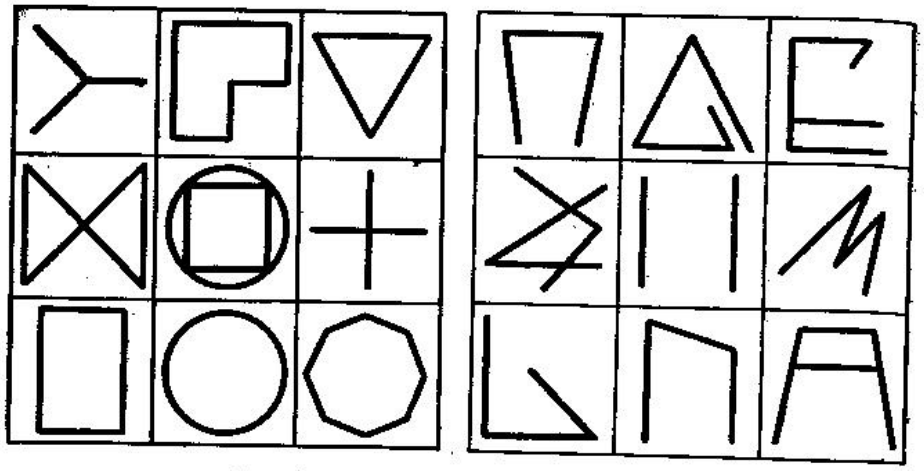


Рис.7. Фигуры для проверки памяти:
слева – на узнавание; справа – на воспроизведение

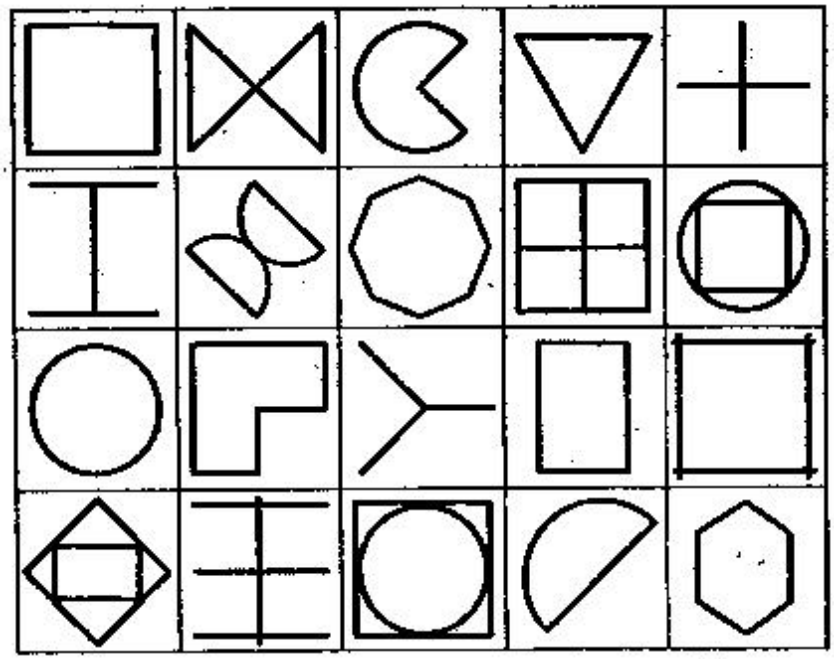


Рис.8. Таблица для проверки памяти на узнавание

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.

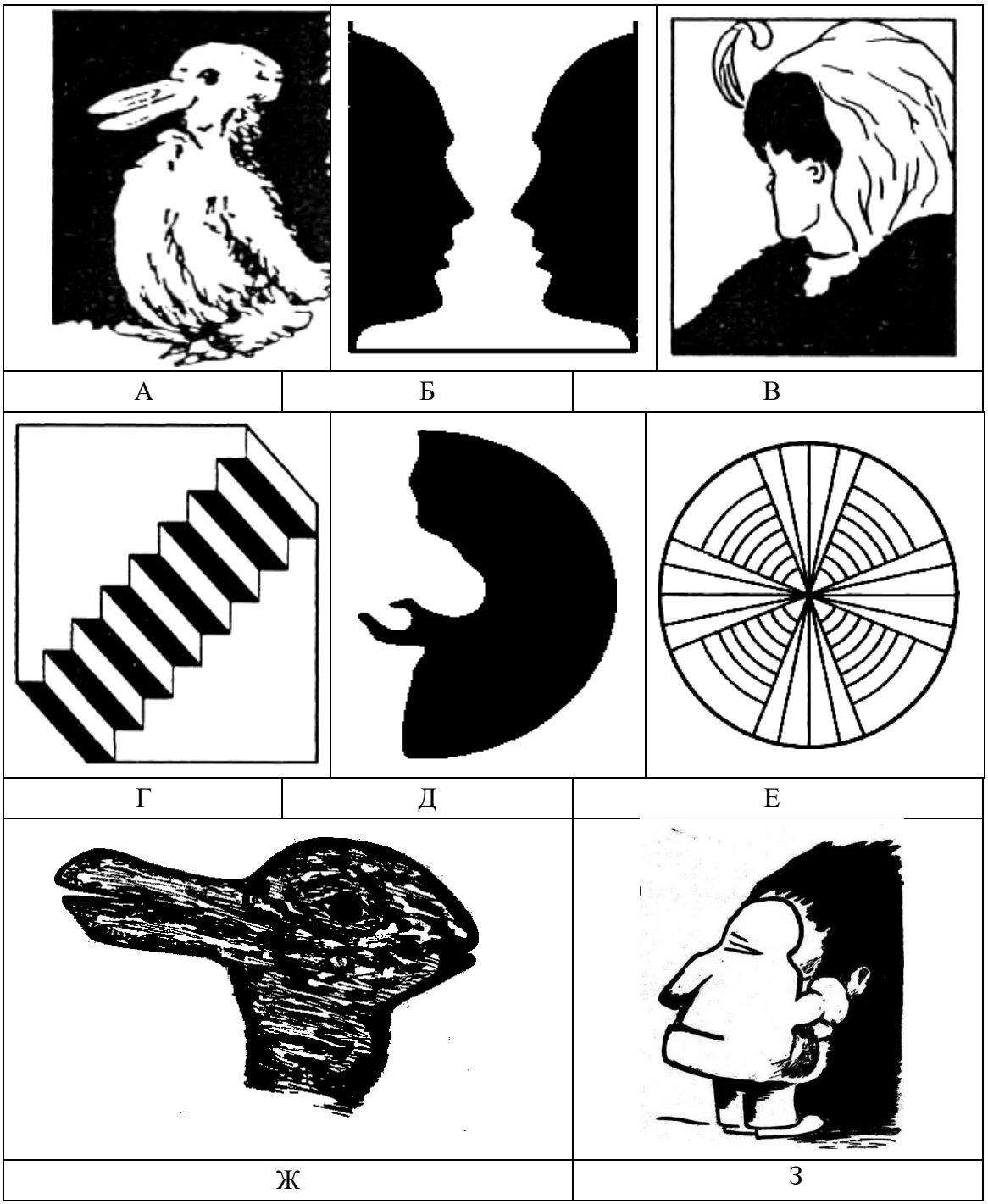


Рис. 6. Двойственные изображения: А) заяц – утка; Б) два профиля – ваза; В) молодая и старая женщины; Г) карниз – лестница; Д) профиль человека – нищенка; Е) крест из радиальных полосок и крест из концентрических дуг; Ж) кролик – утка; З) мужской профиль – эскимос

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.

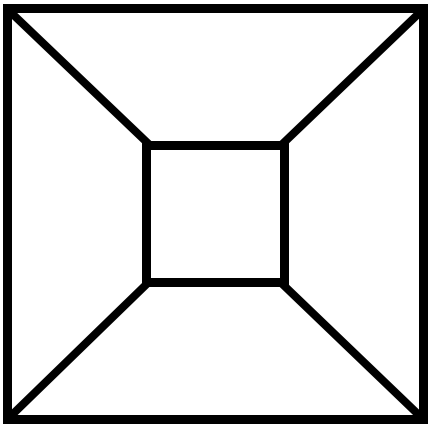


Рис.7. Рисунок проекции усеченной пирамиды для определения величины колебания внимания

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.

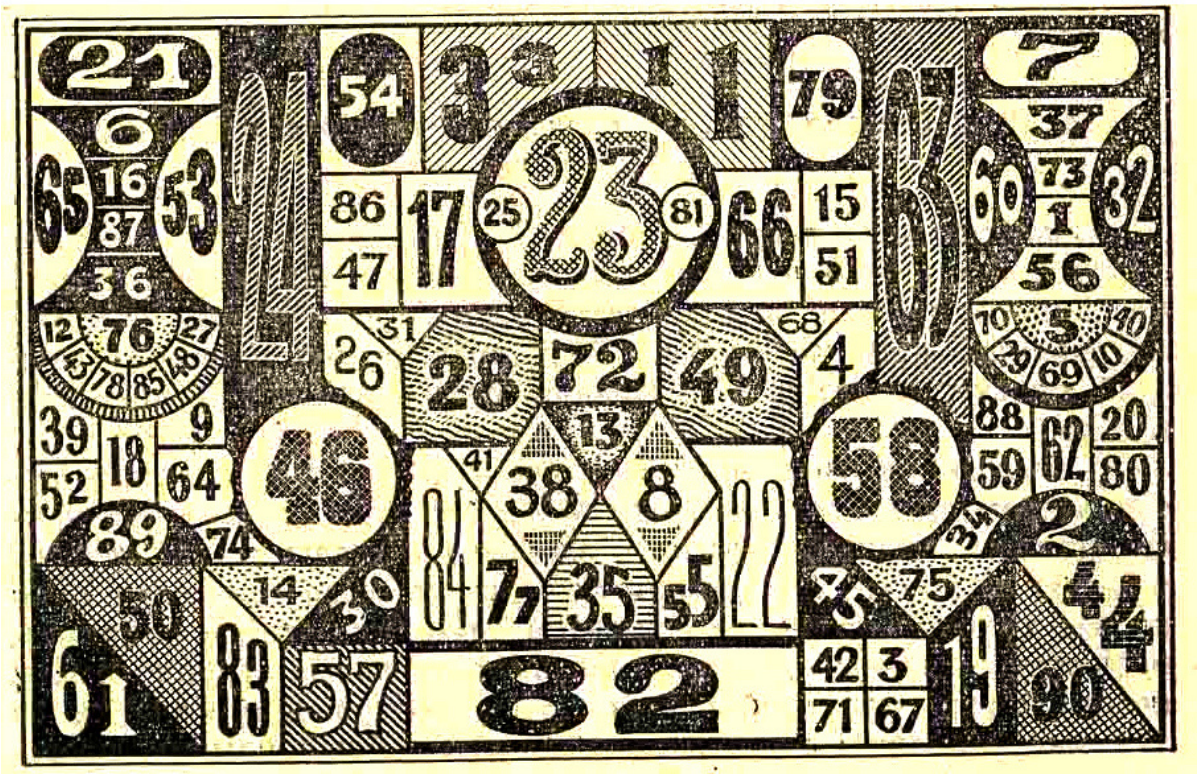


Рис. 8. Карта цифр для определения степени устойчивости внимания

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 кататонии можно перевести и человека под воздействием монотонных движений гипнотизера (пассы), его словесных приказов (раппорты). В состоянии кататонии 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 кататонии может перевести себя и сам человек, используя приемы специальной тренировки по системе йоги. Такой человек по достижении кататонии, согласно учению йоги, вступает в наиболее тесную связь с высшими космическими силами, черпая от них необходимую для жизни энергию.

Таким образом, состояние кататонии 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 кататонии 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 кататонии. Отсюда можно сделать вывод о том, что кора головного мозга не играет главенствующей роли при формировании кататонии – своеобразной стадии гипнотического состояния.

Исходя из имеющихся экспериментальных данных, ряд авторов объясняет развитие кататонии 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.

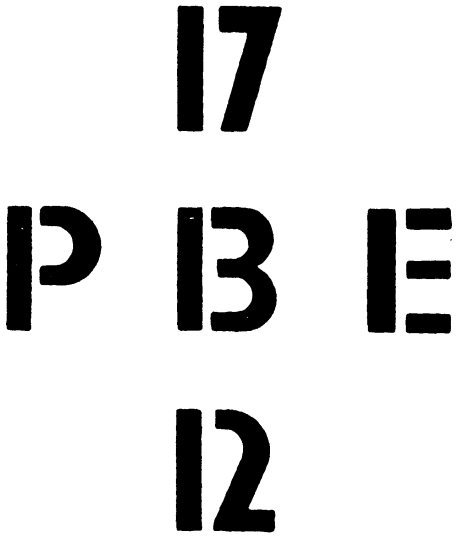


Рис. 9. Буква-цифра

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.***

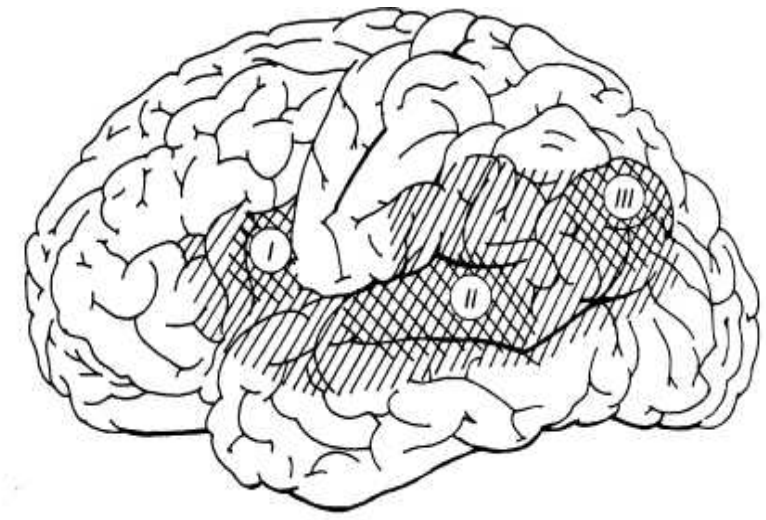


Рис. 10. Топографическое расположение моторного (зона Брока, I), слухового (зона Вернике, II) и зрительного (III) центров речи левого полушария мозга

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

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

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

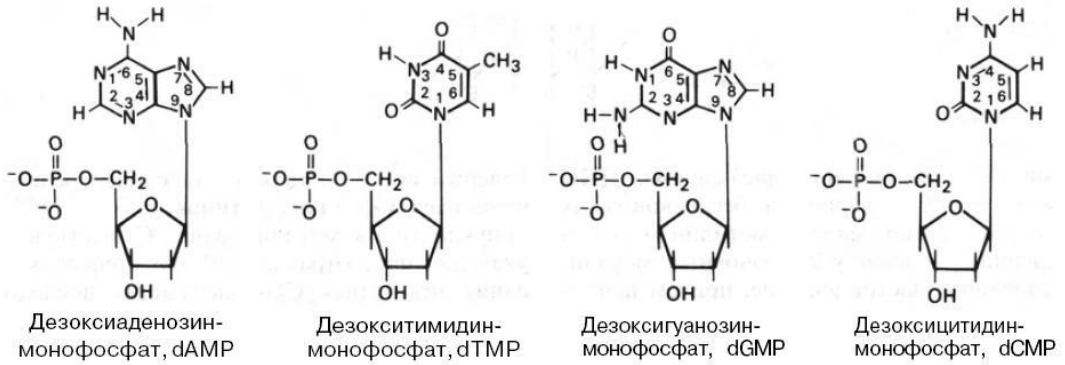


Схема 1. Строение нуклеотидов

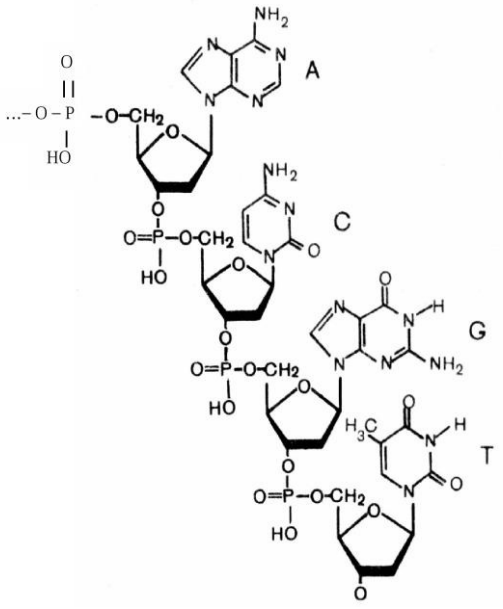


Схема 2. Строение одноцепочечной молекулы ДНК

2. Опираясь на схему 3 с помощью пластилина смоделировать комплементарную цепочку ДНК, обозначив водородные связи прерывистыми линиями.

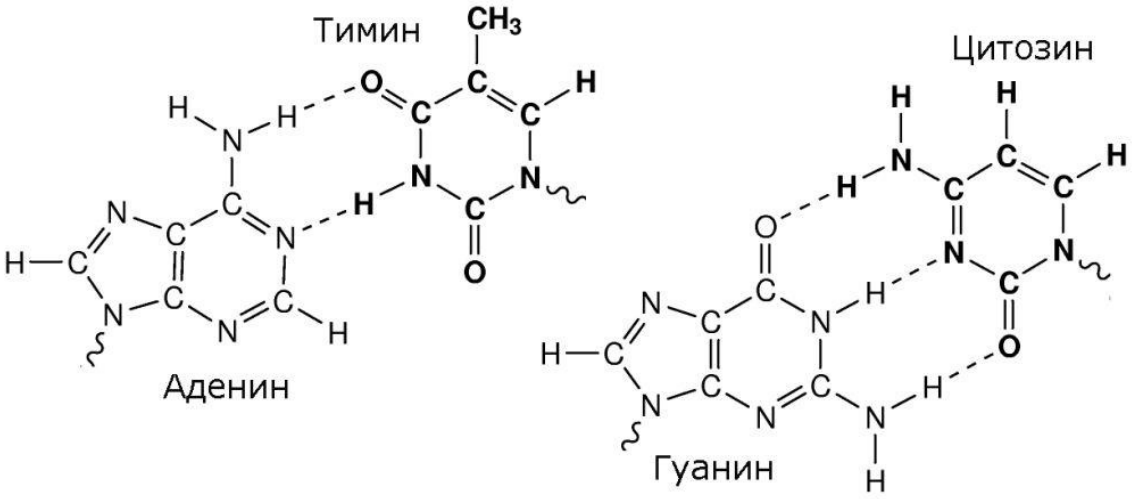


Схема 3. Образование водородной связи между азотистыми основаниями

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.

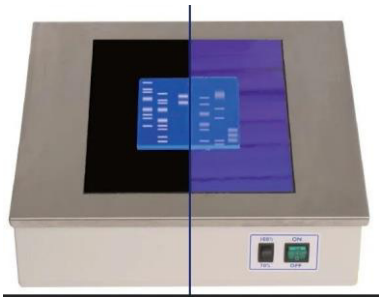


Прибор регулируется в режиме стабилизации напряжения, тока или мощности независимо от изменения сопротивления нагрузки. Как правило, имеет сигнализацию о перегрузке.

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.

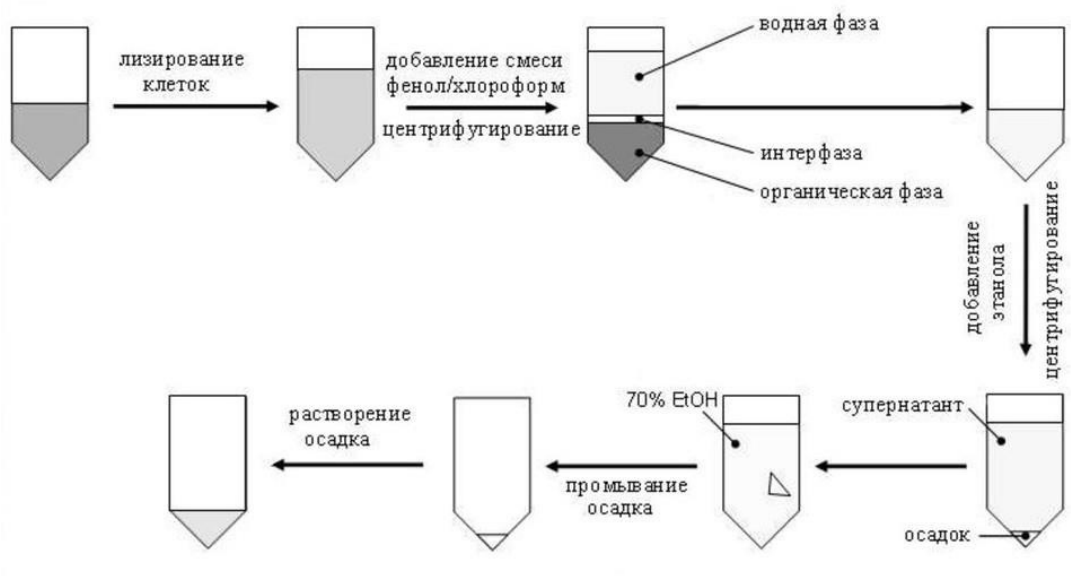


Рис.4 Схема выделения ДНК методом фенольно-хлороформной экстракции

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.

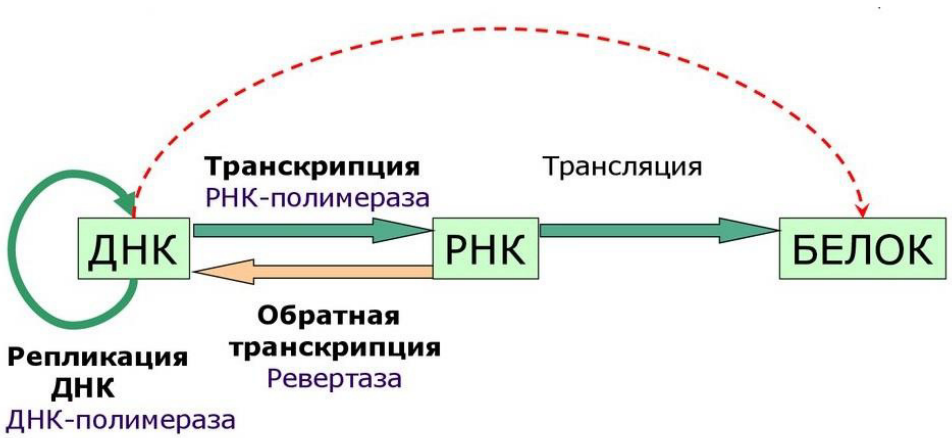
Литература:

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

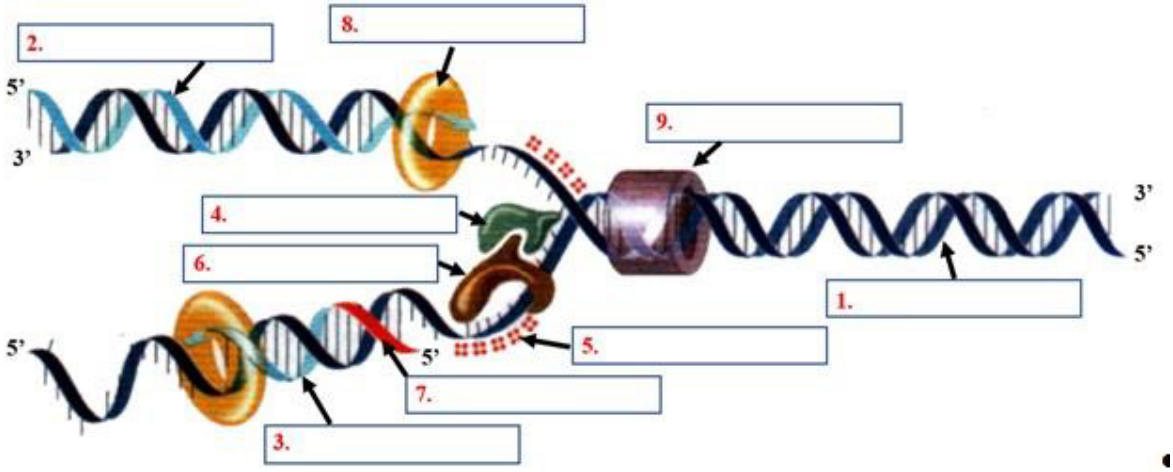
клеточных организмов, лежит в основе биосинтеза макромолекул. Репликации генома соответствует информационный переход ДНК → ДНК.

В природе встречаются также переходы РНК → РНК и РНК → ДНК (например, у некоторых вирусов), а также изменение конформации белков, передаваемое от молекулы к молекуле.

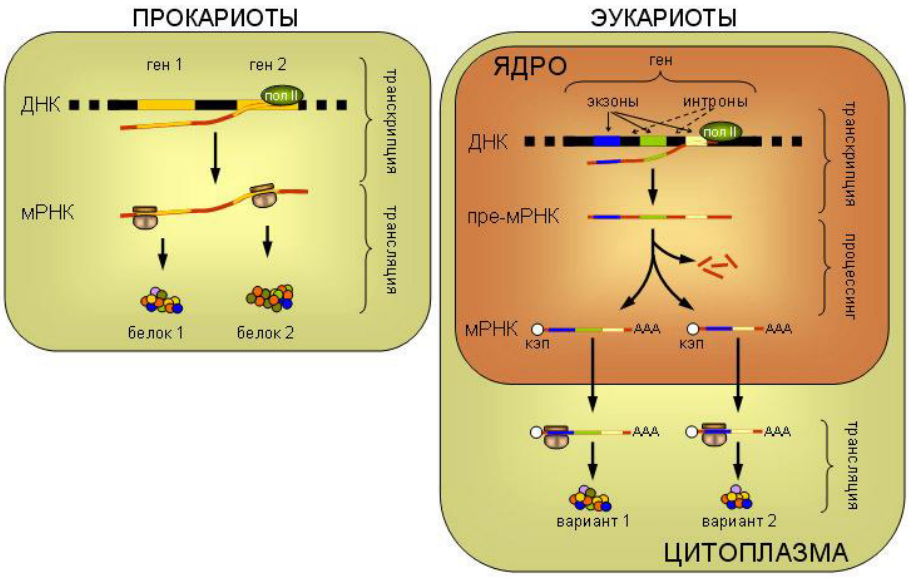
Цель и задачи: рассмотреть молекулярные механизмы матричных поцессов. Провести моделирование матричных процессов.

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.

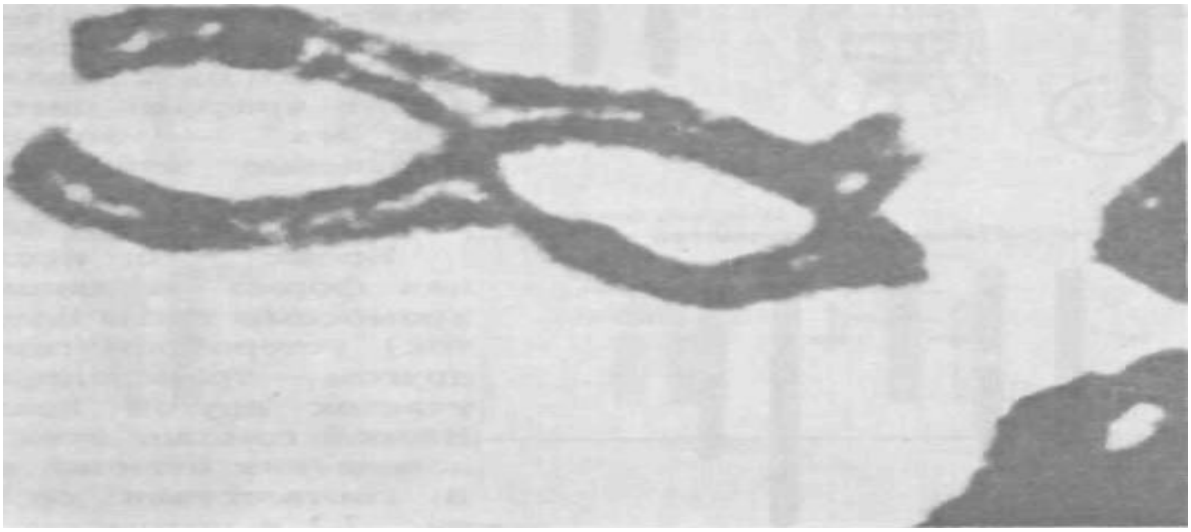


Рис. 1. Хиазмы в диплотене в одном из бивалентов у кузнечика (D. Suzuki, A.Griffiiths, R. Levontin, 1981).

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).

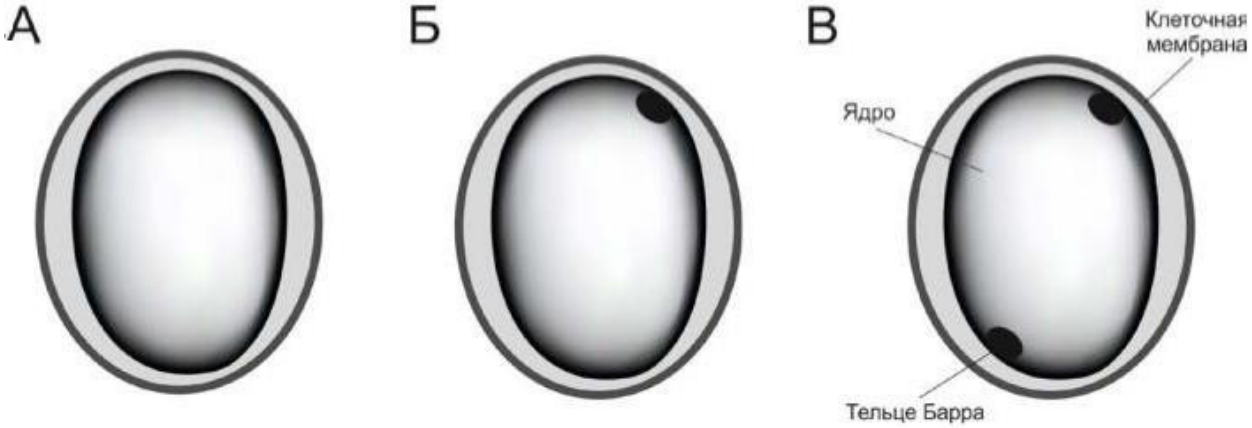


Рис. 2. Половой хроматин в эпителиальной клетке слизистой оболочки щеки человека.
А — мужчина; Б —женщина; В — женщина с дополнительной Х-хромосомой (47XXX). Овальной формы (0,7–1,2 мкм) тельце Барра локализуется на внутренней ядерной мембране [из: Moor K.L., 1977].

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.

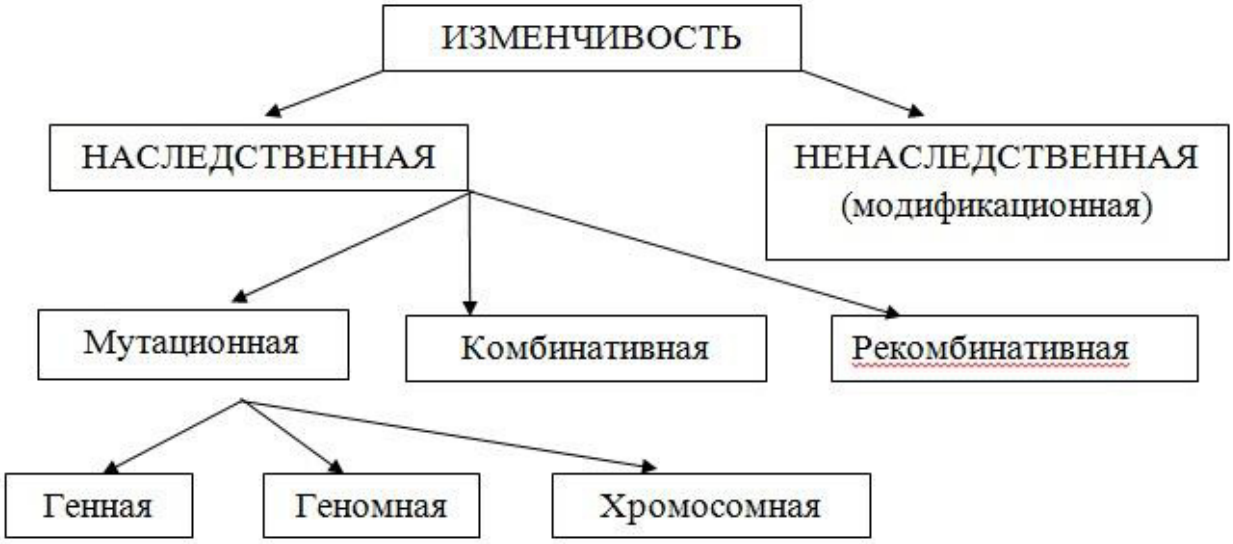
Название болезни	Количества аутосом	Количество половых хромосом	Кариотип	Количество телец Бара ♂ ♀
Болезнь Дауна				
Синдром Шерешевского – Тернера				
Синдром Клайнфельтера				

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.

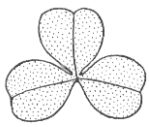
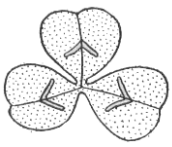
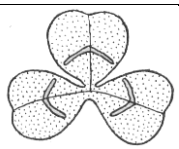
Ход работы:

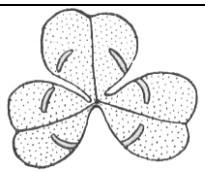
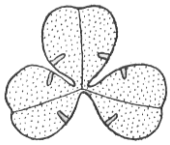
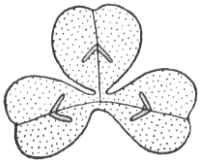
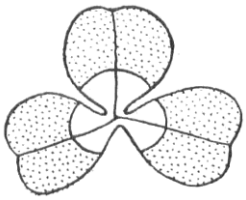
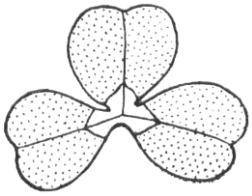
1.1.Ознакомиться с гербарием листьев белого клевера, проанализировать наличие и форму рисунка седых пятен на листьях. Ген, определяющий этот признак, обозначается буквой V с индексами и представлен восемью наиболее часто встречающимися аллелями (табл.5).

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*.**

$$n=\sum f, \text{ где } f \text{ - частота}$$

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***).***

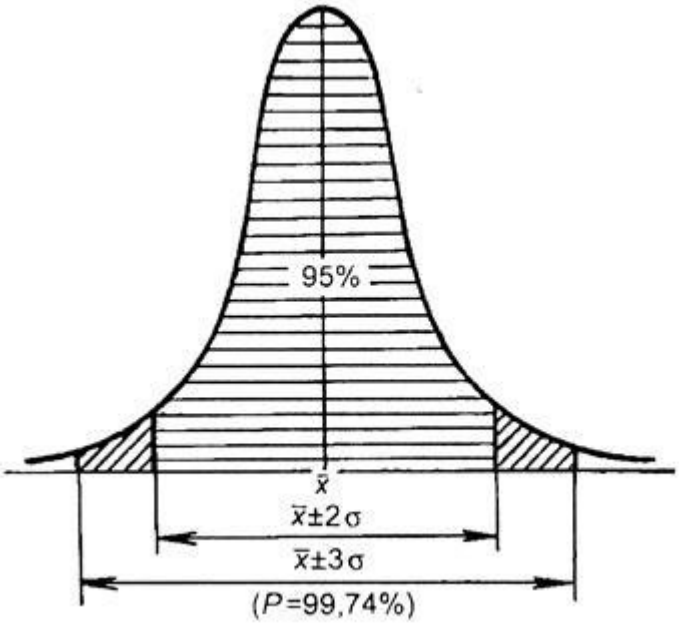


Рис. 3. Кривая нормального распределения признака

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

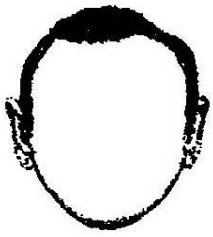
признак	Ген от мамы	Ген от папы	Генотип	Фенотип

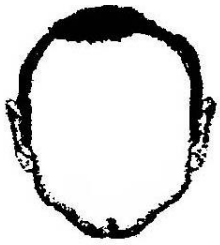
Например, по пункту 1 таблица может выглядеть следующим образом:

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**:



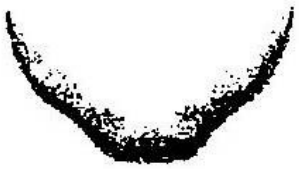


очень выдающийся (VV,Vv) менее выдающийся (vv)

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):

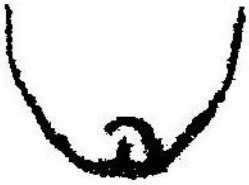


круглый (RR, Rr)



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;

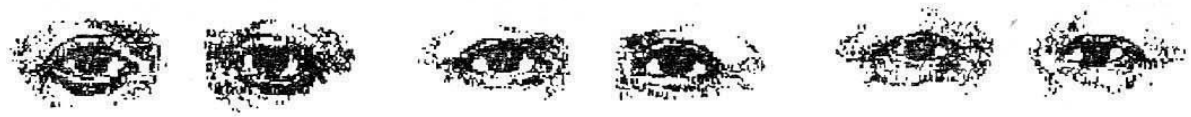
ааbbголубые глаза.

14. **Расстояние между глаз**:

близко посаженные(ТТ) среднее расстояние (Tt) широко расставленные(tt)



15. **Размер глаз:**



большие (JJ) средние (Jj) маленькие (jj16. **Форма глаз:**

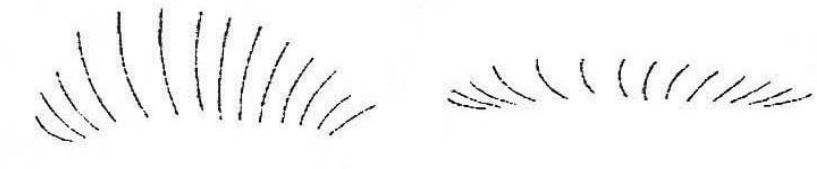


удлиненная (АА, Аа) круглая (аа17. **Расположение глаз:**



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)

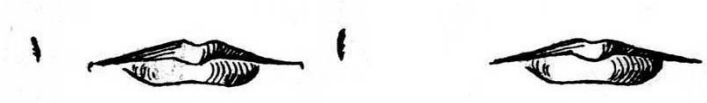


21. **Выпуклость губ:**

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**:

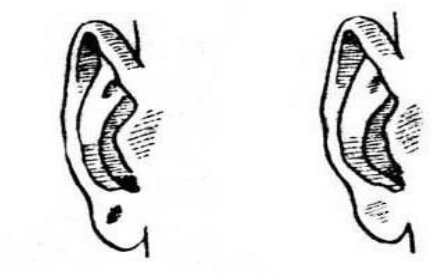
свободная (FF, Ff) сросшаяся (ff)

27. **Дарвиновская точка**:




есть (DD, Dd) нет (dd)

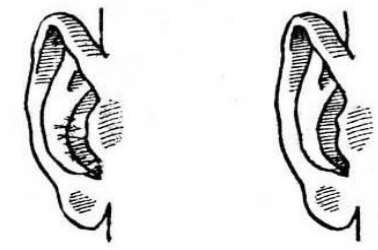
28. **Ямка на мочке**:



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

\

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				

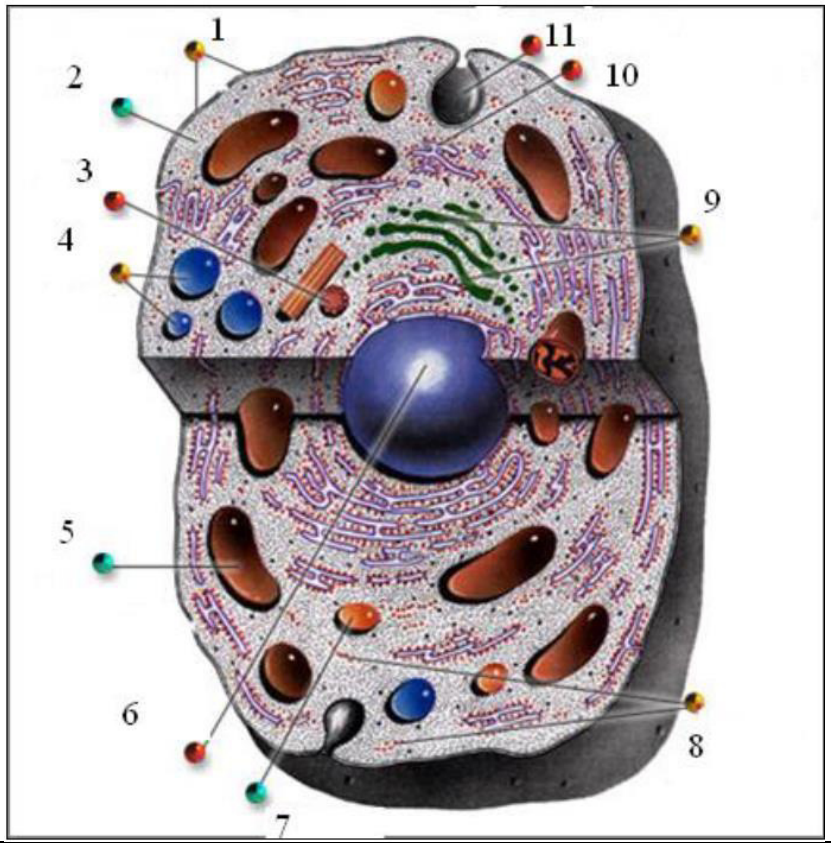
Оценка: _____ Подпись: _____ Преподаватель: _____
Замечания:

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

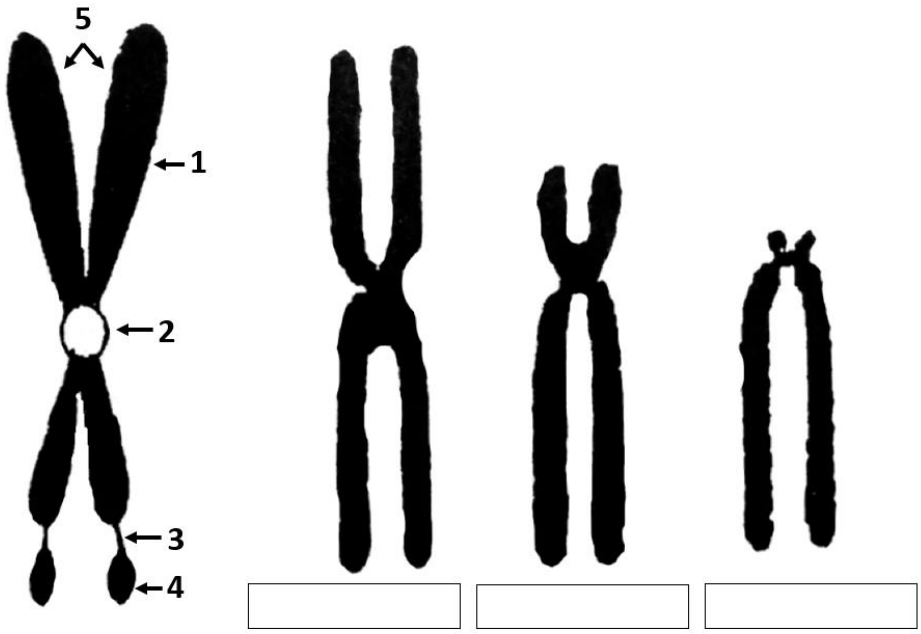
Аутосома

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

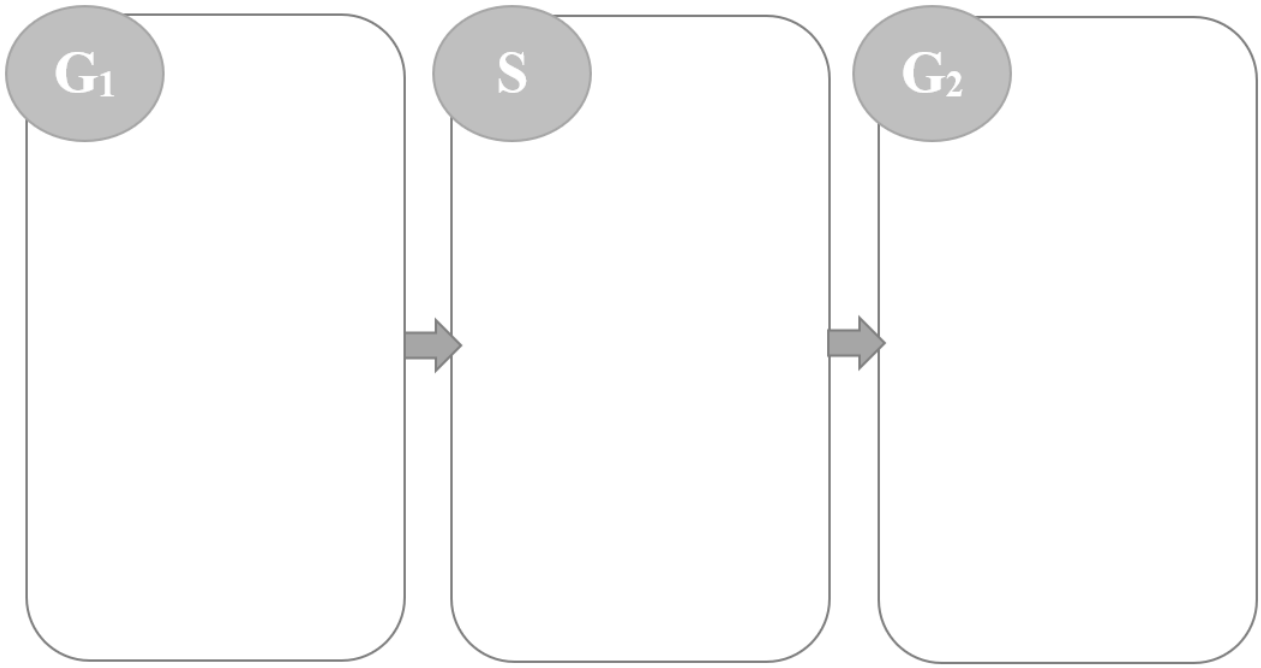
Митоз

Мейоз

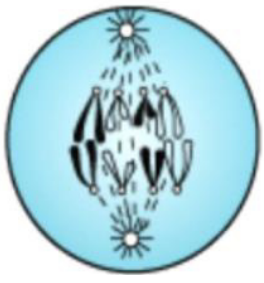
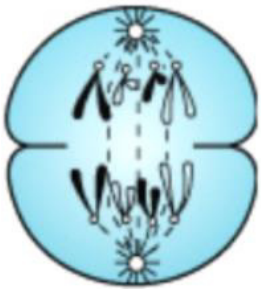
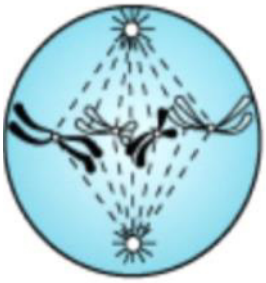
Амитоз

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

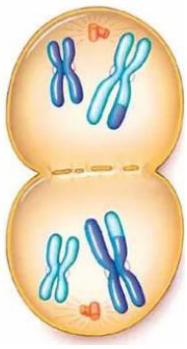
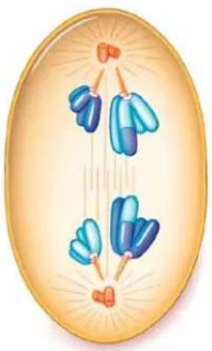
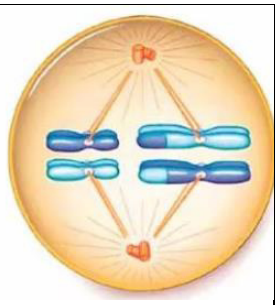
1. Заполните таблицу «Характеристика фаз митоза»:

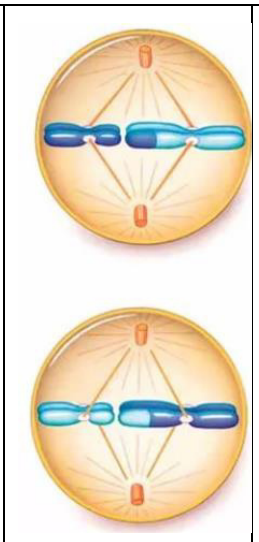
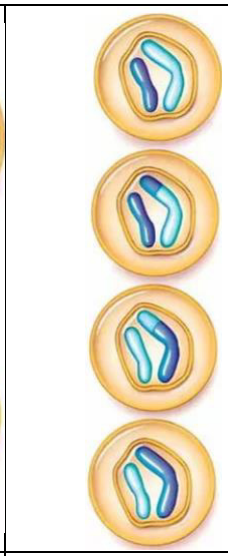
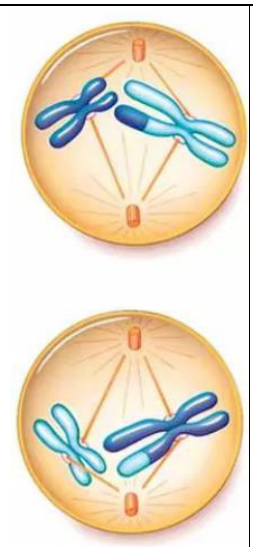
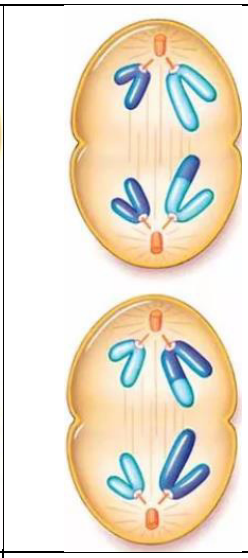
Фаза митоза	Характеристика процессов
1.	

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

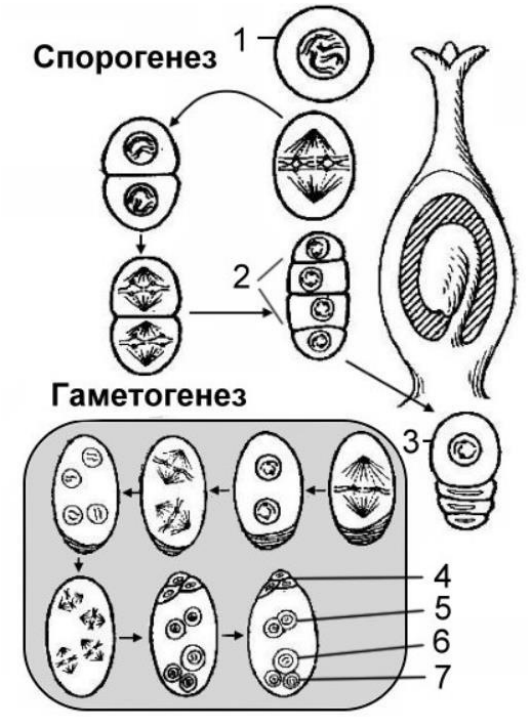
Семязачаток

Микропиле

Спермий

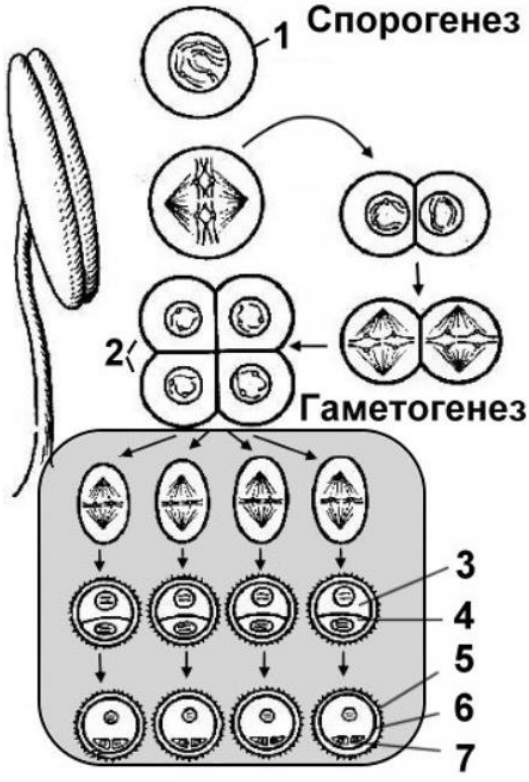
Пыльцевая трубка

2. Укажите названия частей семязачатка на каждом этапе макроспорогенеза и макрогаметогенеза.



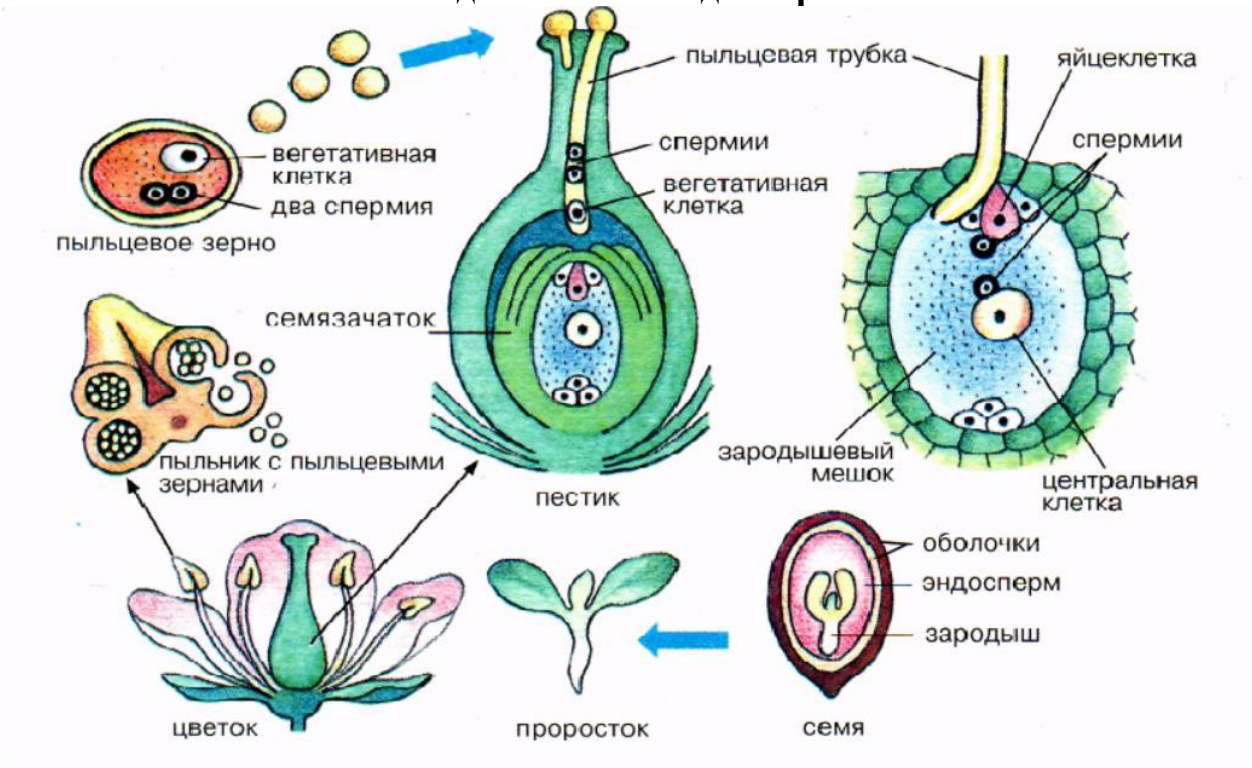
1_____, 2_____, 3_____,
4_____, 5_____,
6_____, 7_____.

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

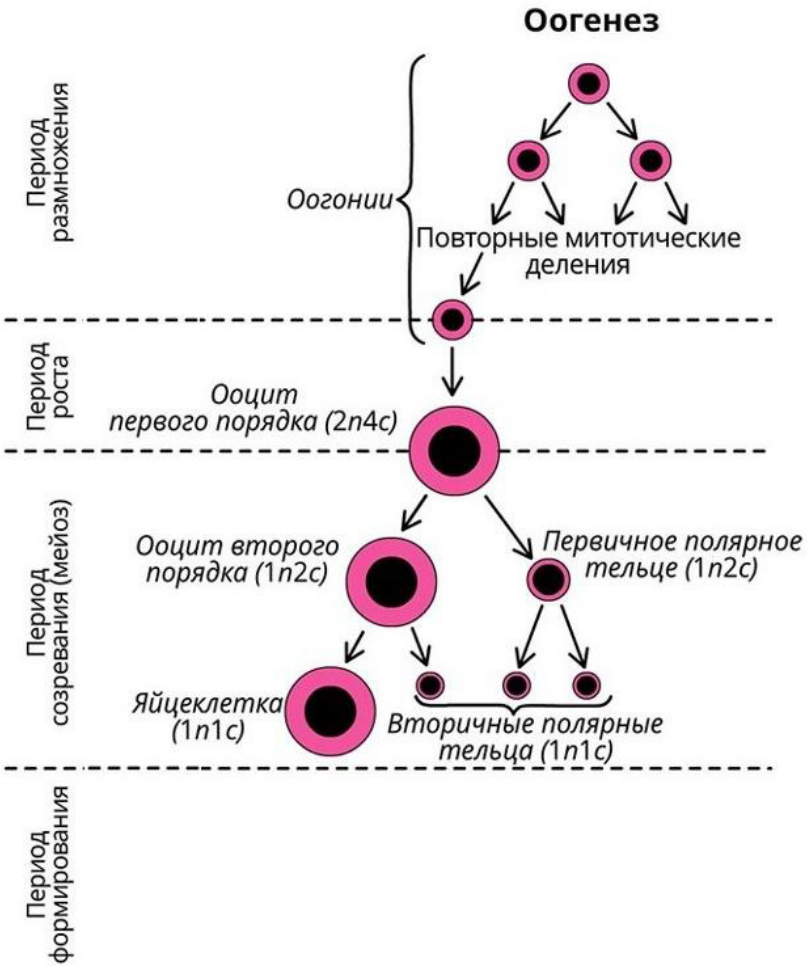
Сперматогенез

Яичник

Семенники

2. Изучите схему оогенеза человека. Кратко опишите каждый период и укажите в какой этап онтогенеза проходят эти события.

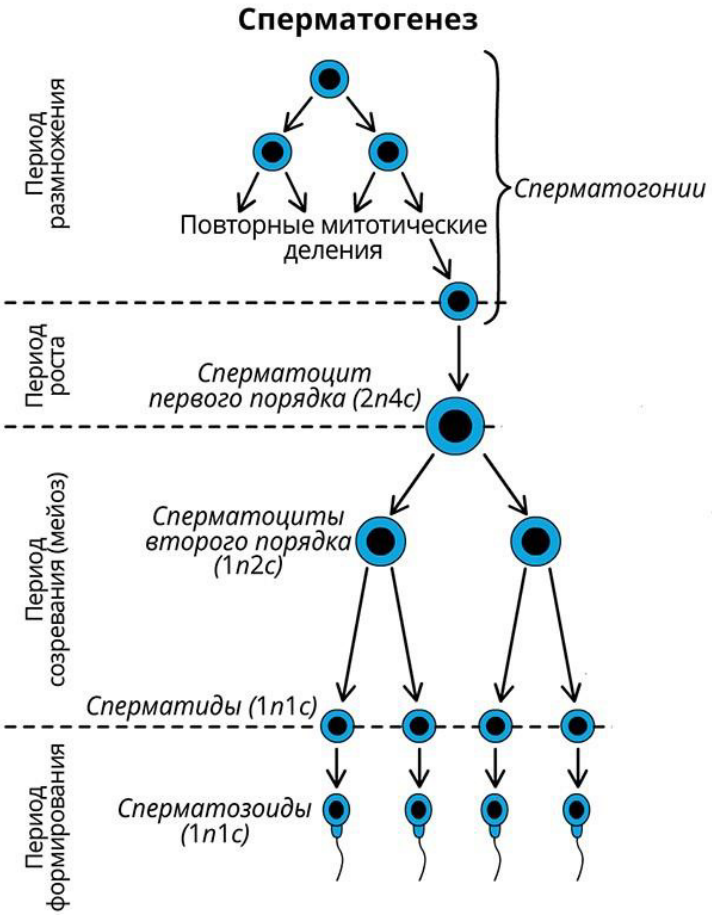
Название периода	**Описание периода**	**Этап онтогенетического развития**	**Количество хромосом и молекул ДНК**
Период размножения			____n____c
Период роста			____n____c
Период созревания			____n____c
Период формирования			____n____c



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: _____

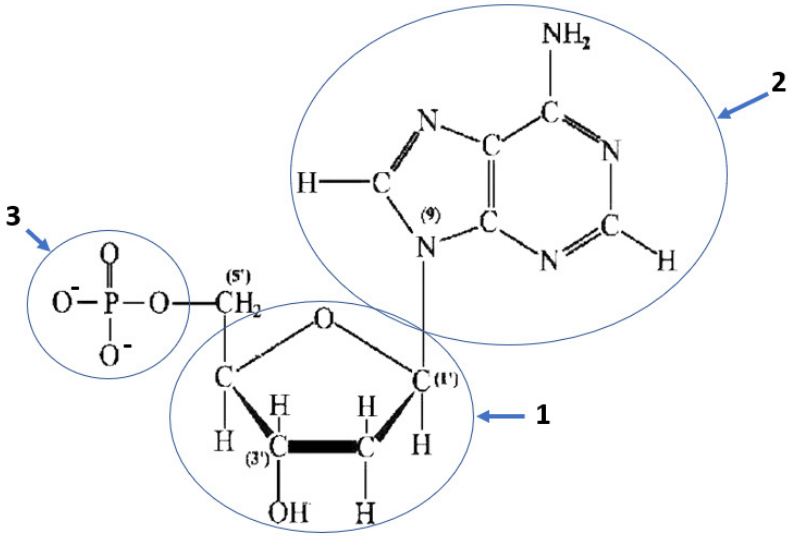
Замечания:

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.

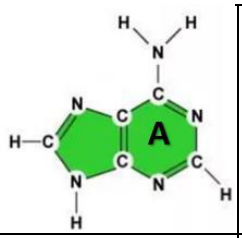
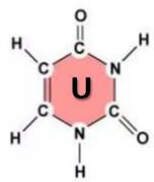
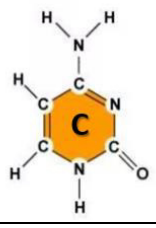
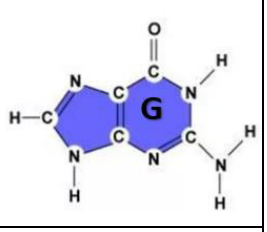
4.1. Строение ДНК и РНК

1. Укажите части нуклеотида, входящего в состав ДНК

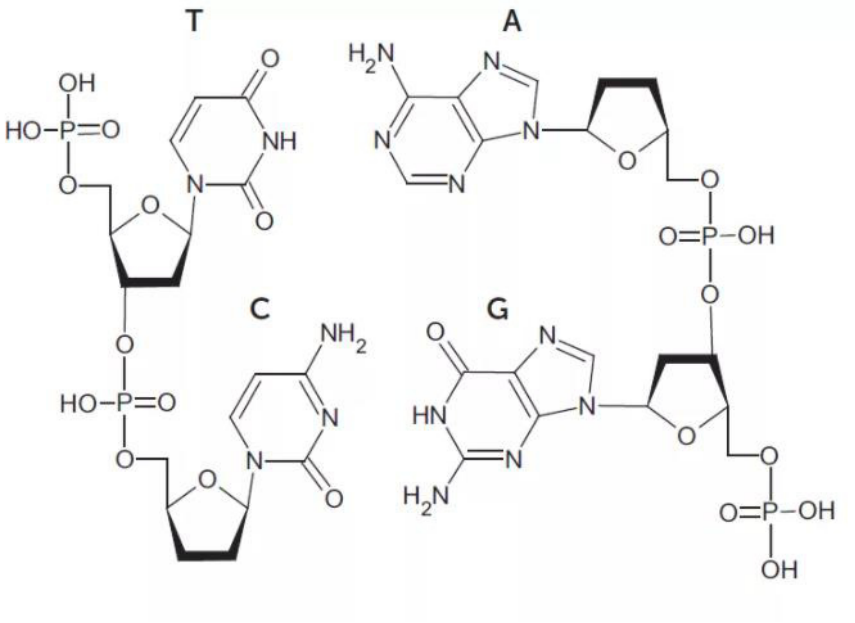


1	
2	
3	

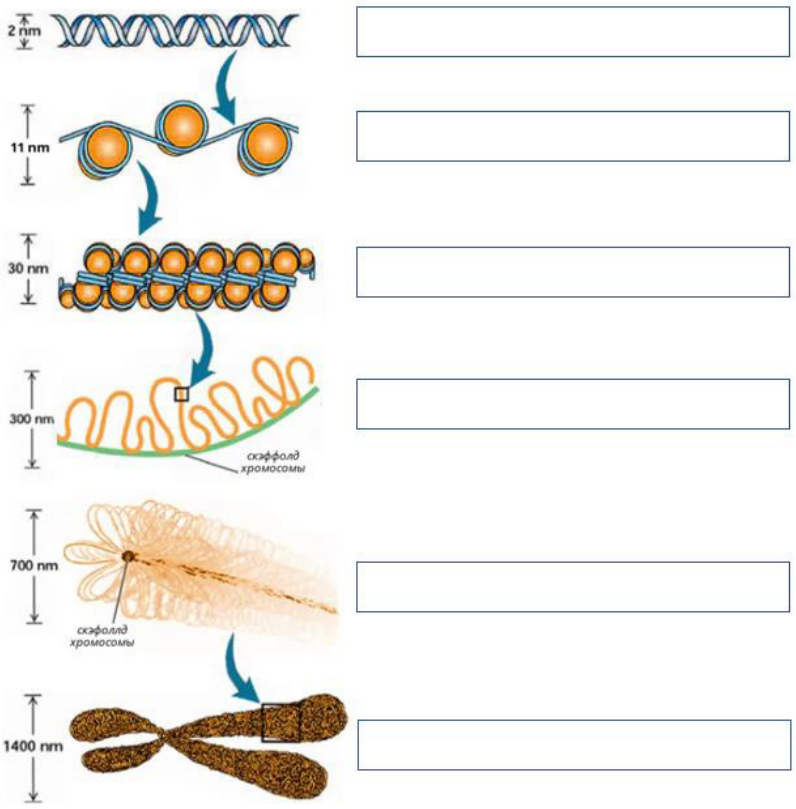
2. Укажите класс азотистых оснований Пуриновые или Пиримидиновые:

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

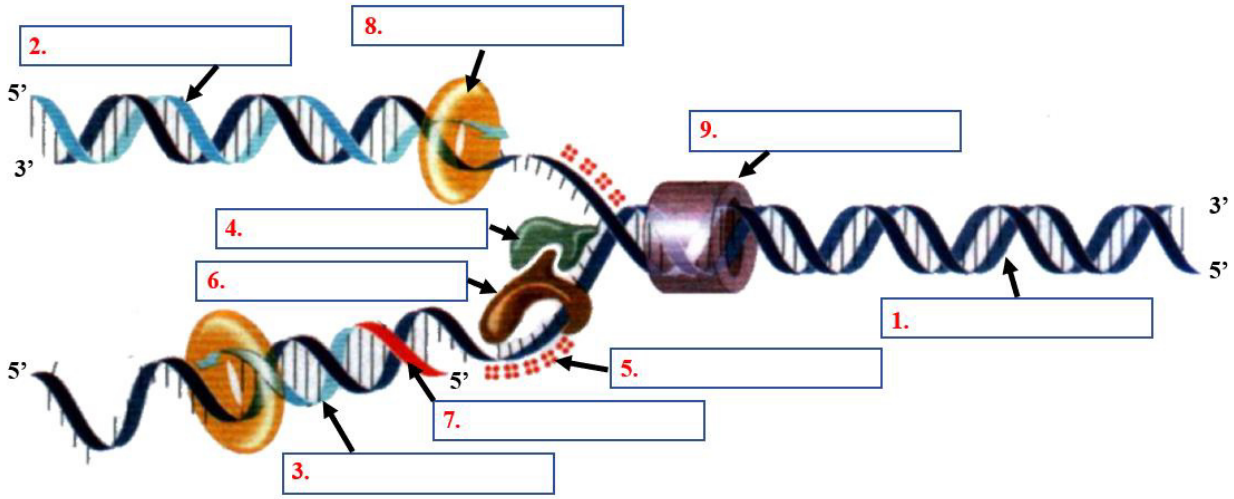
Генетический код

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**



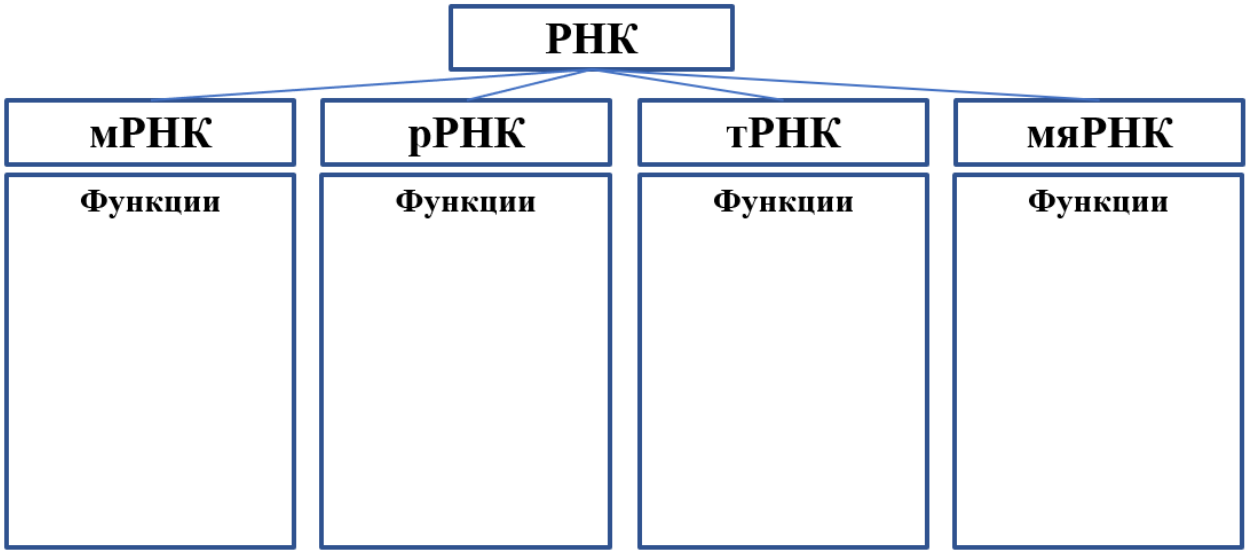
3. Обозначьте основные компоненты и ферменты репликации, кратко опишите их функции:



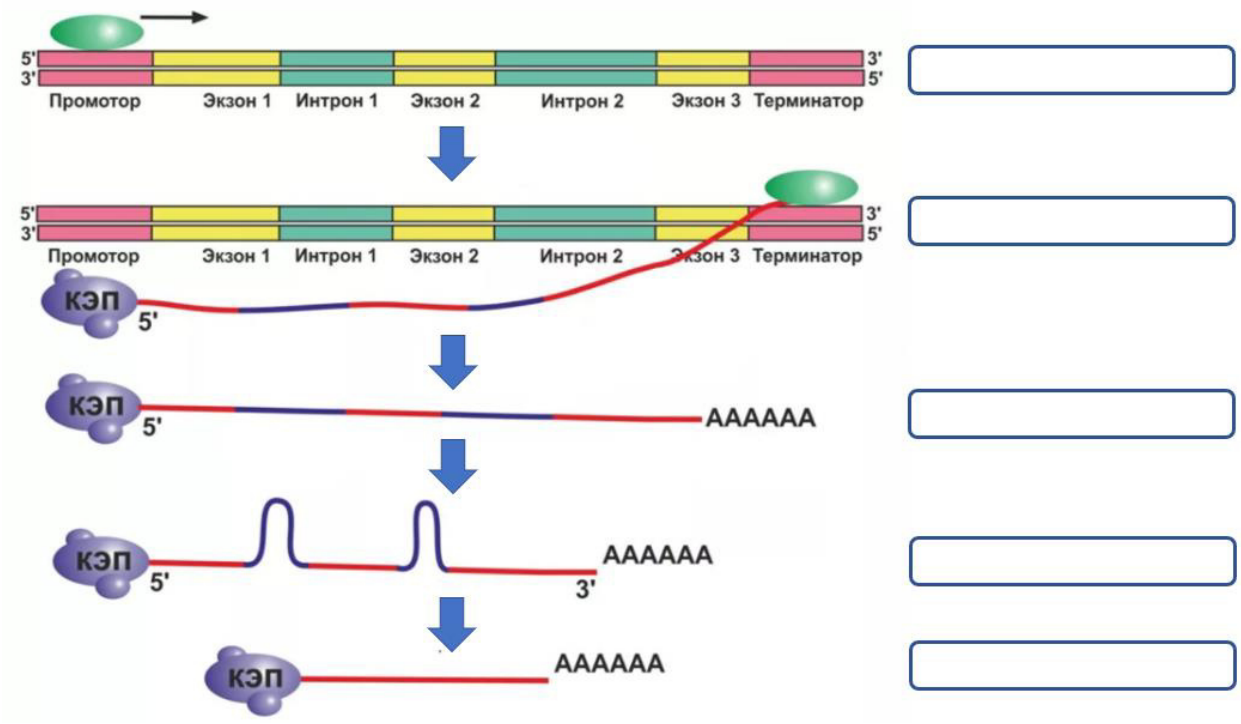
№	Фермент или компонент, функции
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	

9	

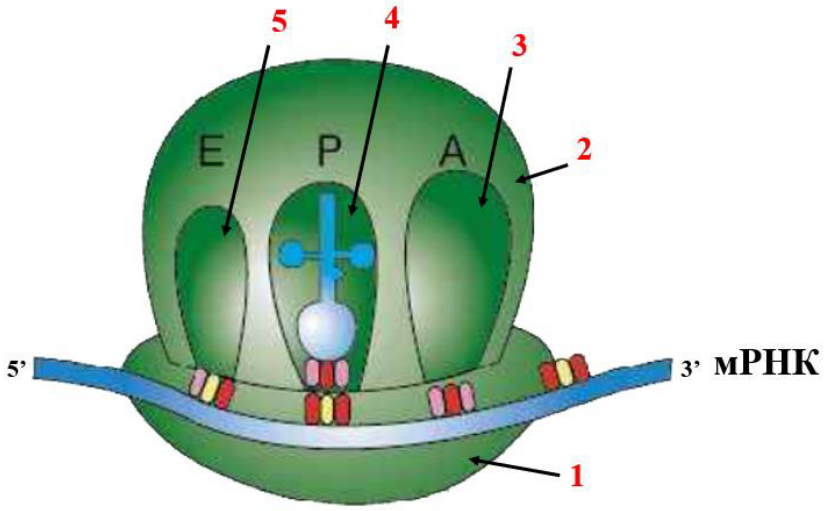
4. Заполните схему:



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:

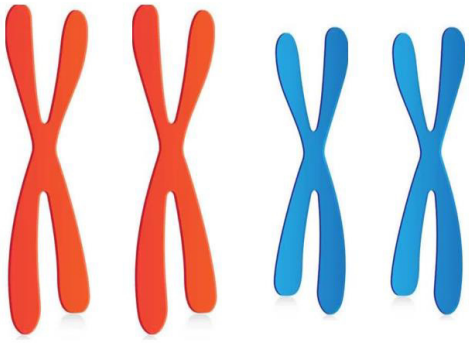
Ген	Генотип	Фенотип

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

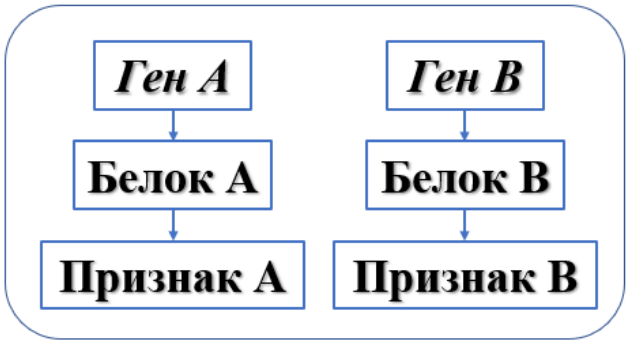
Полимерия

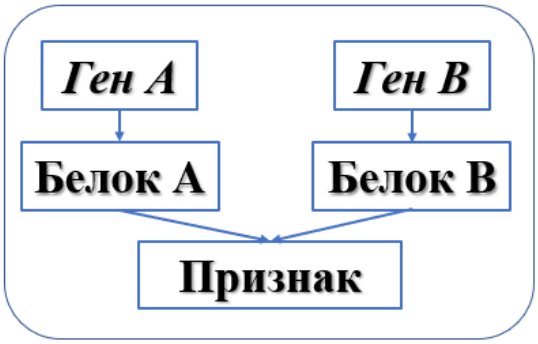
Плейотропное действие генов

Пенетрантность

Экспрессивность

2. Укажите тип наследования признаков.





3. Установите соответствие:

A. Комплементарность	**a**	**12(I_A_+I_aa):3iiA_:1iiaa**
	b	**9A_B_:6(A_bb+aaB_):1aabb**
B. Доминантный эпистаз	**c**	**15(A_1_A_2_+A_1_a_2a_2+$a_1a_1A_2$_):1$a_1a_1a_2a_2$**
	d	**9A_B_:7(A_bb+aaB_+aabb)**
C. Рецессивный эпистаз	**e**	**9A_B_:3A_bb:3aaB_:1aabb**
	f	**9I_A_:7(I_aa+iiA_+iiaa)**
D. Кумулятивная полимерия	**g**	**1/16:4/16:6/16:4/16:1/16**
	h	**13(I_A_+I_aa+iiaa):3iiA_**
E. Некумулятивная полимерия	**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

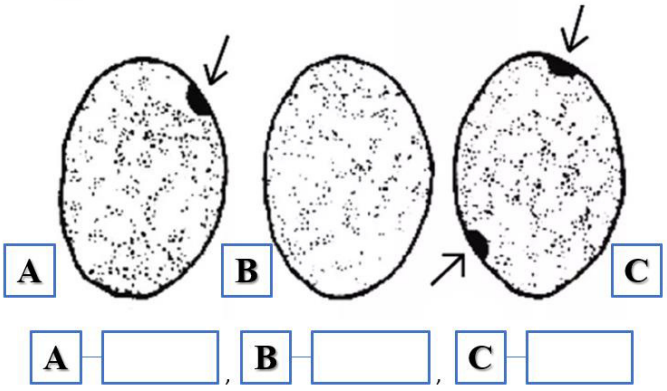
Реципрокные скрещивания

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

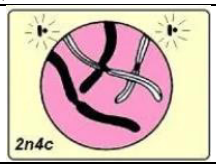
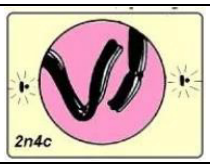
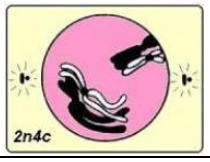
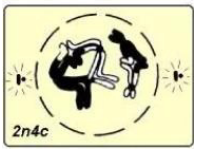
Сестринские хроматиды

Гаплотип

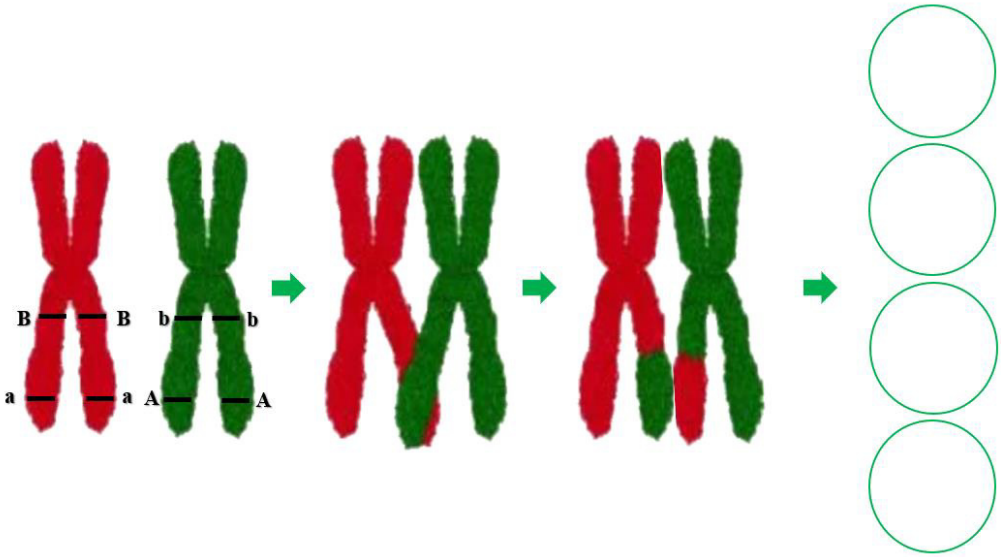
Полное сцепление генов

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 a - 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 золотистых	153	12
карликовых серебристых	137	15
нормальных серебристых	13	164
карликовых золотистых	11	174
	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

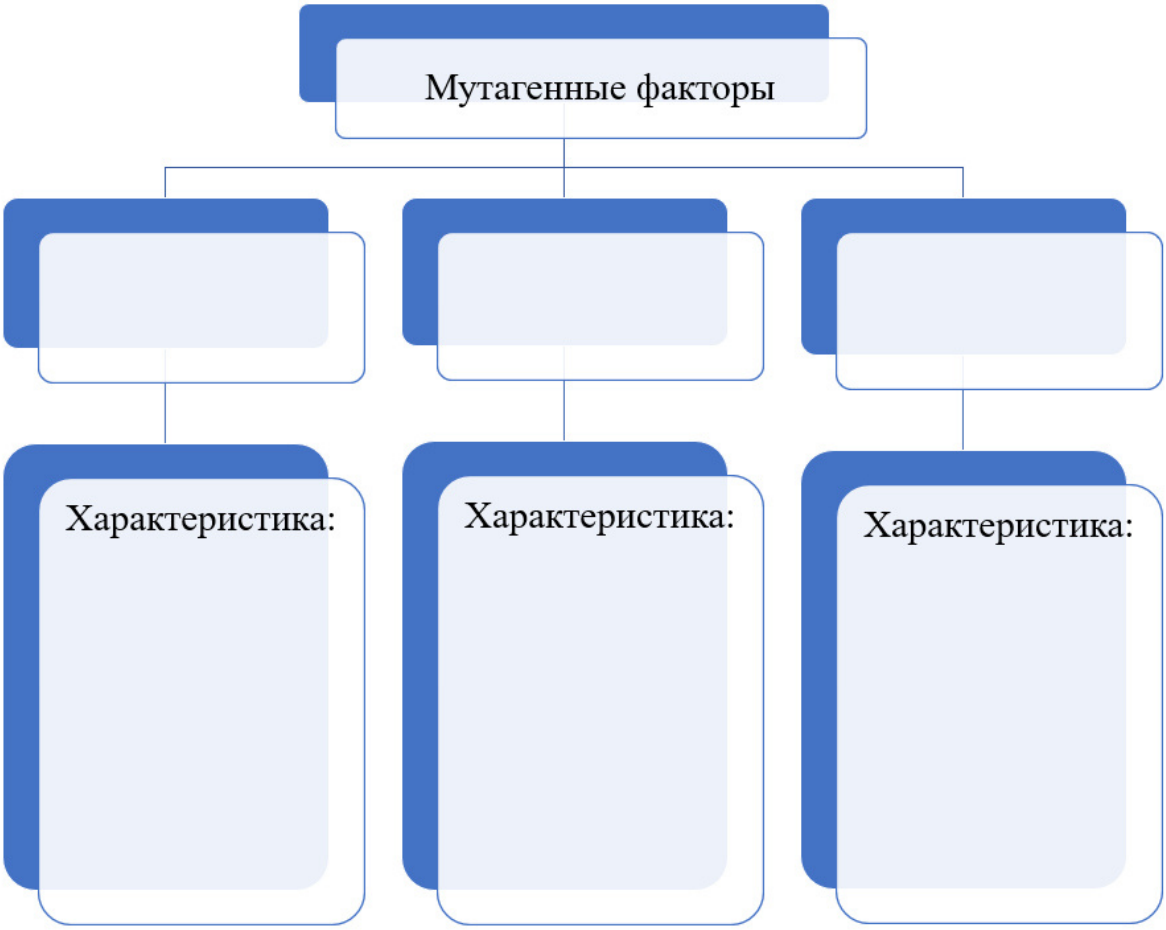
2. Укажите тип нуклеотидной замены: транзиция или трансверсия

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

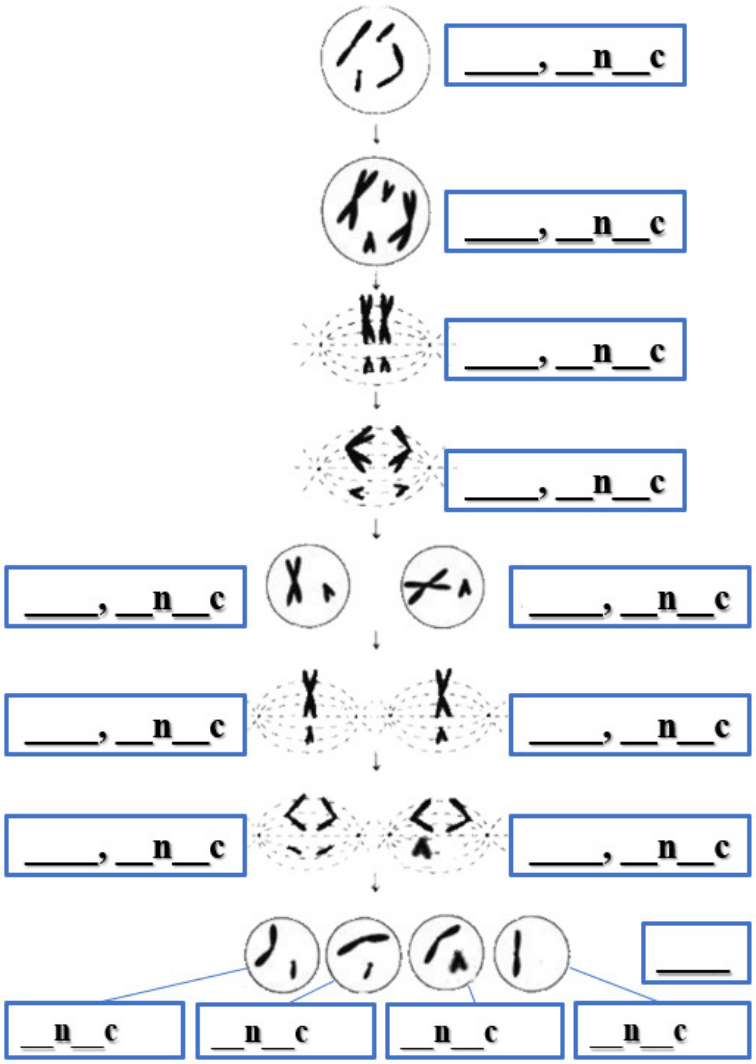
Анеуплоидия

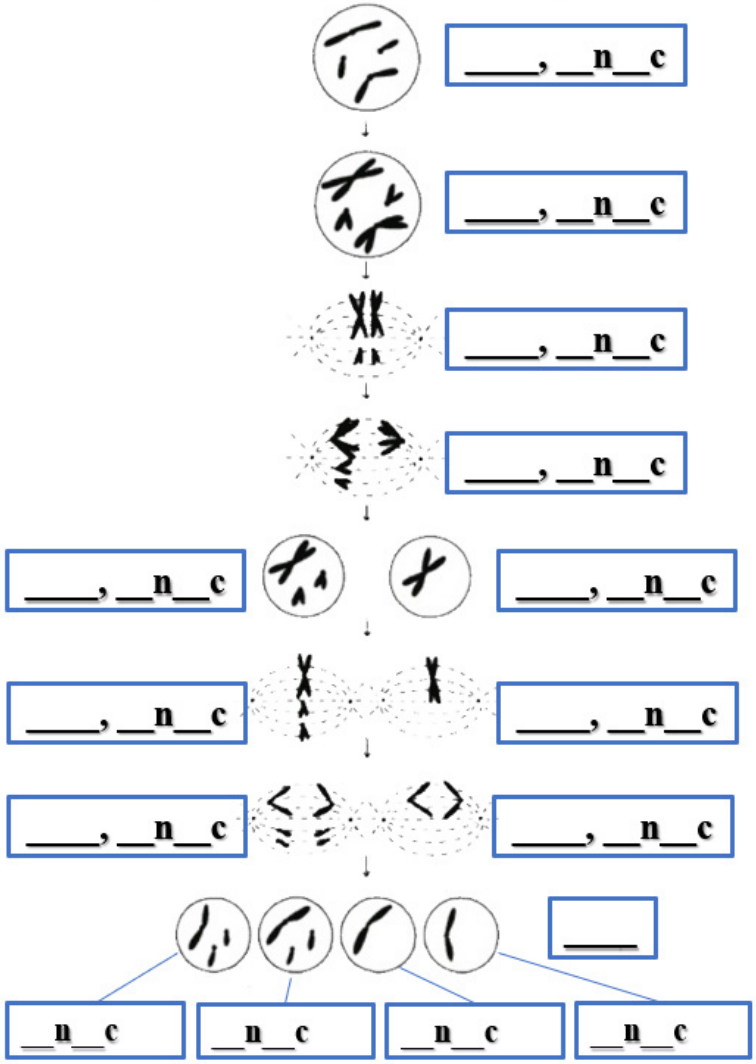
Трисомия

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				

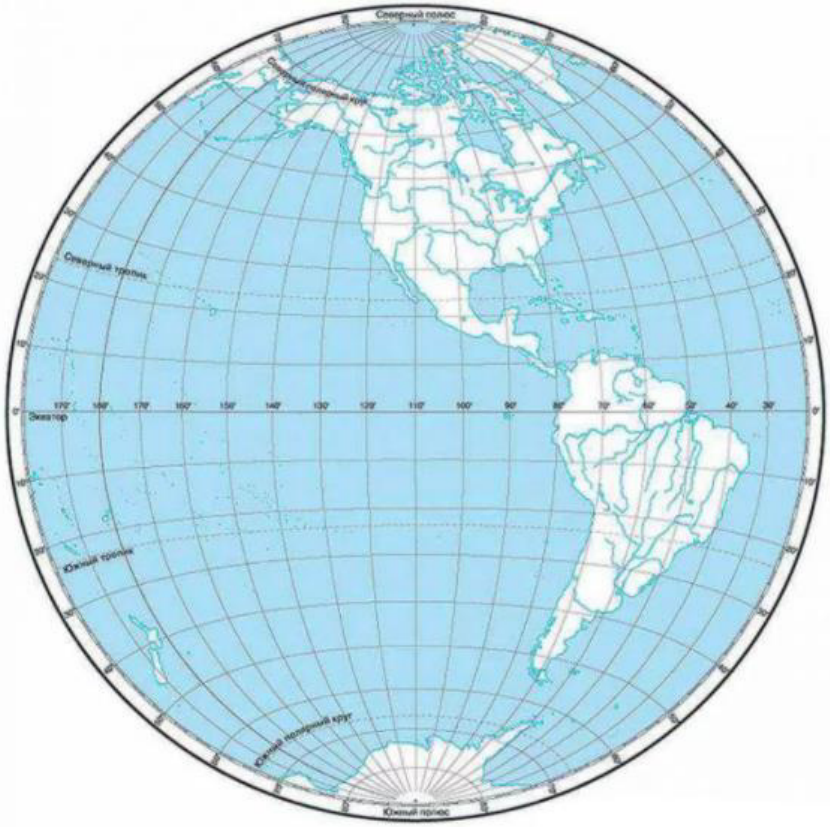
5. Укажите на карте мира расположение центров происхождения культурных растений и доместикации животных из задания №2 и 3.

Масштаб 1:30 000 000

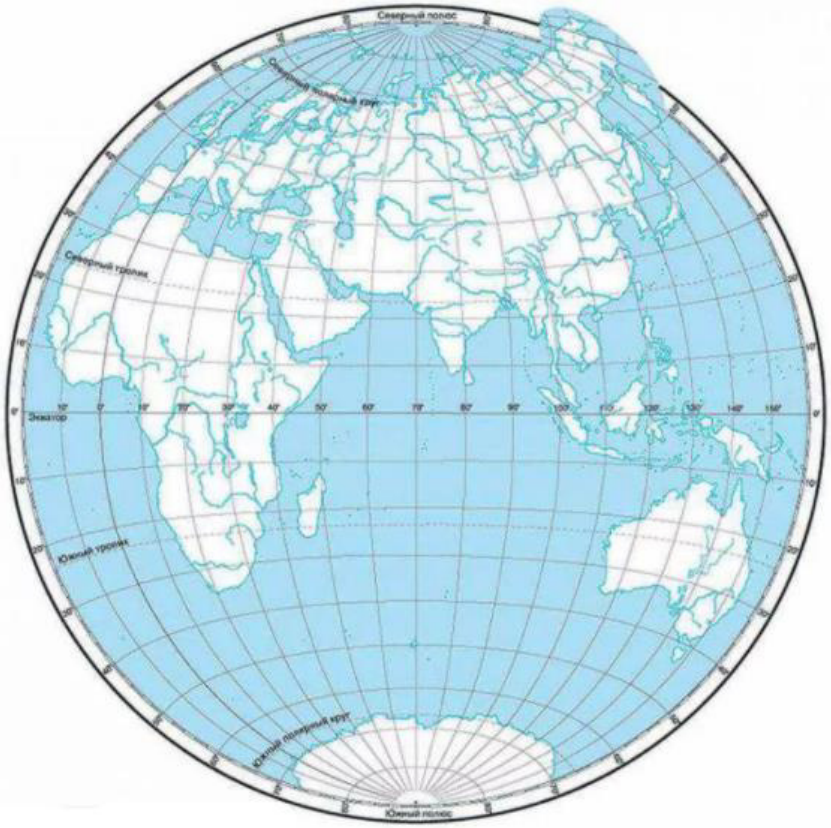
ФИЗИЧЕСКАЯ КАРТА ПОЛУШАРИЙ

(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